



Análisis del sector cacaotero en Puerto Rico

Producción, mercadeo
y recomendaciones



Impulsado por:





Mayo 2024
Investigadores:
Viviana Medina-Rodríguez
Bienvenido Then Almonte

Derechos de Autor © 2024
Fideicomiso de Ciencia, Tecnología e Investigación de Puerto Rico.
Todos los derechos reservados.

Publicado por el Fideicomiso de Ciencia, Tecnología e Investigación de Puerto Rico
Antigua Penitenciaría Estatal Carr 21 Bo Monacillos, San Juan, 00927, Puerto Rico





Trasfondo y motivación para el estudio

El Fideicomiso para Ciencia, Tecnología e Investigación de Puerto Rico (el Fideicomiso) es una entidad sin fines de lucro cuya misión es invertir, facilitar y desarrollar la capacidad para hacer avanzar continuamente la economía de Puerto Rico y el bienestar de sus ciudadanos, a través de empresas impulsadas por la innovación, la ciencia y la tecnología, y su base industrial.

En 2021, el Fideicomiso lanzó la Academia del Cacao como una iniciativa dirigida a personas interesadas en el cultivo del cacao. La Academia ofreció talleres teóricos y prácticos a 40 participantes de toda la isla, con el objetivo de proveer educación sobre los sistemas agroforestales y las prácticas adecuadas para el cultivo del cacao en estos sistemas.

Las actividades relacionadas con la Academia del Cacao y el estudio aquí presentado se realizaron con el apoyo financiero de la Peter Alford Foundation y el Fideicomiso para Ciencia, Tecnología e Investigación de Puerto Rico.



The Puerto Rico Science, Technology and Research Trust (PRSTR Trust) has demonstrated foresight and leadership in the areas of agroforestry and sustainable farming methodologies that hold promising opportunities for Puerto Rico's agricultural sector. The Cacao Academy, a high-quality farmer training series, leveraged years of experience and expertise from farmers, food producers, academics, and other actors within the PRSTR Trust network.

Based on our staff's in-person attendance at the Cacao Academy, trustee conversations with founding leaders of the program such as Decenia Vega (founder of Finca Semila), Ricardo Burgos (Innovation Agent for Puerto Rico Research & Innovation Meetups Special Projects), and Nayla Bezares Saker (former PRSTR Trust Project Manager), as well as informal feedback from participants, the Peter Alford Foundation has consistently found great value in this project.

We are excited to see the culmination of a four-year partnership between PAF and the PRSTR Trust lead to this comprehensive report and online learning materials. This set of documents aspires to equip current and future farmers with the tools needed to grow cacao using agroforestry methods and to excel at cultivating cacao as a profitable crop. Our combined aim, as the Peter Alford Foundation and the PRSTR Trust, is to further accelerate farmers' profitability and overall sustainability as food growers and producers for Puerto Rico.

This collection of resources represents a significant step forward in supporting sustainable agriculture and economic development not only in the cacao sector but also in the overall agricultural sector in Puerto Rico. We believe it will serve as an invaluable resource for those looking to enter or expand their presence in this promising industry.



Contenido

Trasfondo y motivación para el estudio

Duración de proyecto

Metodología

3

6

6

Capítulo 1 – El cacao y sus orígenes

Orígenes del cacao

La llegada del cacao a Puerto Rico

8

10

11

Capítulo 2: Variedades y conceptos del cultivo de cacao

Conceptos básicos del árbol de cacao

Resumen de requerimientos ambientales del cacao

15

17

18

Capítulo 3: El cacao de la semilla a la barra

Producción en la finca

De la mazorca al grano

Procesamiento del grano de cacao

El cacao como materia prima en un sistema globalizado

19

20

21

21

21

Capítulo 4: Comercio Internacional de cacao

Aspectos fundamentales para el mercado internacional de cacao

Factores que influyen sobre el precio del cacao

Categorías de venta

25

26

26

27

Capítulo 5: El mercado de cacao de especialidad: tendencias y rentabilidad

Retos para el mercado de cacao de especialidad

34

38

Capítulo 6: Producción de cacao en Puerto Rico

Introducción

Producción

Estructura de siembra

Densidad de siembra

Manejo de cacaotales (poda, abonamiento y riego)

Producción promedio

Ingresos y rentabilidad

Tendencias en las cosechas

Plagas

39

40

40

42

44

45

47

48

50

52

Capítulo 7: Análisis FODA de la industria cacaotera en Puerto Rico

Fortalezas	53
Oportunidades	54
Debilidades	54
Amenazas	55
Acciones recomendadas	55

Anejos:

Anejo I) Presupuesto modelo	57
Anejo II) Datos de producción clones TARS	58
Anejo III) Comparación con unidades usadas para el café	59
Anejo IV) Entrevista a productores	59
Anejo V) Entrevista a compradores	60
Anejo VI) Documentos históricos cacao, Informe de Henry Carroll (28)	62
	63

Bibliografía

65



Introducción

En la última década, se ha observado un crecimiento significativo en la producción de cacao en Puerto Rico. El aumento en el interés por este cultivo en la isla también ha dado paso al desarrollo de empresas chocolateras artesanales a base del cacao cosechado en Puerto Rico. Sin embargo, hasta la fecha, no existe un estudio que analice el desempeño de las operaciones que producen cacao localmente. Por ello, con el fin de informar sobre la planificación y el desarrollo de proyectos cacaoteros en Puerto Rico, el Fideicomiso para la Ciencia, Tecnología e Investigación de Puerto Rico auspició el estudio titulado: Análisis del sector cacaotero en Puerto Rico: Producción, mercadeo y recomendaciones, el cual busca llenar un vacío en la investigación acerca del mercado local de cacao, al proporcionar un análisis profundo y holístico del sector cacaotero en Puerto Rico.

El informe se ha nutrido de una extensa variedad de fuentes y datos recientes, incluyendo entrevistas con sobre 20 expertos, 9 compradores y 57 productores de cacao en Puerto Rico. Abarca temas que incluyen desde la historia del cacao y los conceptos básicos de su cultivo hasta la situación mundial y local de su producción y el mercado. Recopila, además, datos (o referencias) de más de 100 informes y estudios científicos relevantes. Asimismo, presenta una imagen contemporánea de la situación del sector cacaotero en Puerto Rico. La información aquí presentada tiene como objetivo proporcionar las personas interesadas en el cultivo del cacao, la compra y venta de cacao cosechado en Puerto Rico, y la confección de productos a base de cacao local las herramientas necesarias para comprender, planificar y participar en esta industria en constante evolución. Si bien ofrece información valiosa para orientar sus planes de negocio y proyectos, no pretende representar operaciones individuales, por lo que las recomendaciones ofrecidas deben adaptarse a las circunstancias específicas de cada caso. Del mismo modo, se exhorta a los lectores a consultar otras fuentes, expertos y colegas, así como a la propia experiencia para definir las prácticas más adecuadas, según las condiciones y aspiraciones individuales.

Cabe resaltar que este escrito no busca repasar información botánica o requerimientos ambientales del cacao ni de su manejo agronómico adecuado a detalle. Para ello, se recomienda el escrito: Cacao: Botánica, Cultivo y Mercadeo en Puerto Rico, del profesor José L. Zamora Echevarría, especialista en frutas del Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico.

Duración de proyecto

El proyecto que dio paso a este informe, la Academia del Cacao, tomó lugar durante los años 2021 y 2022. Los datos correspondientes a los perfiles de las operaciones agrícolas de cacao en Puerto Rico y los datos del mercado global se recopilaron entre diciembre de 2022 y agosto de 2023. El informe también recopila datos históricos que cubren periodos mucho más extensos.

Metodología

Este informe recopila datos históricos para enmarcar los resultados de una investigación que representa el contexto actual del cacao en Puerto Rico. En esta sección, se describe la metodología aplicada para recopilar y analizar los datos presentados.

Las preguntas de investigación que motivaron este estudio fueron las siguientes:

- ¿Cuál es el contexto histórico del cacao en Puerto Rico?
- ¿De qué se compone el mercado del cacao localmente?
- ¿Cuáles son los elementos que gobiernan el mercado global del cacao?
- ¿Cuál es el potencial del cacao producido en Puerto Rico ante las condiciones del mercado global actual?

La metodología de investigación consistió en un método mixto en el que se realizaron tanto la recopilación como el análisis de datos cualitativos y cuantitativos para responder a las preguntas de investigación.

La metodología incluyó una extensa revisión de la literatura y entrevistas semiestructuradas en profundidad.

En el Anejo IV se presenta la lista de preguntas que se llevaron a cabo durante la entrevista.

En la Tabla 1 se encuentran de dtalles sobre cada método de recopilación de datos usado.

Método de recopilación de datos	Proceso	Resultado
Revisión de literatura	Identificación de información científica en apoyo al informe.	Se resumieron datos e información de más de 100 informes y estudios científicos.
Entrevistas semiestructuradas	Se generaron dos tipos de entrevistas modelo para detallar los datos de producción de las fincas cacaoteras, determinar patrones de compra de los compradores locales y tener información sobre el mercado internacional por parte de expertos internacionales. Una de las entrevistas era dirigida a los productores y la otra a los compradores. Los diversos compradores locales de cacao entrevistados para este estudio, generosamente, nos pusieron en contacto con los productores para integrarlos en el estudio.	Se contactaron a 84 productores. De estos, se completaron entrevistas con 57. Otros 30 fueron contactados pero las entrevistas no fueron completadas. También se entrevistaron a 9 compradores y 15 expertos internacionales.

Tabla 1: Método de recopilación de datos, proceso y resultados.





Capítulo 1 – El cacao y sus orígenes

Orígenes del cacao

El *Theobroma cacao* (cacao) es un árbol perenne perteneciente a la familia Malvácea y cultivado principalmente por unos 5.5 millones de pequeños agricultores cuyos ingresos fluctúan según los precios internacionales del cacao (1). El cacao es la única fuente de manteca y polvo de cacao, y, por consiguiente, la única fuente de la materia principal para la confección del chocolate que tantos aman. Además, mantiene viva a una industria valorada en más de USD \$100 mil millones. El cacao es un cultivo antiguo, conocido y utilizado por milenios, pero su origen y la historia de su domesticación han sido temas de grandes debates e interesantes investigaciones. En la comunidad científica y arqueológica, aún se discuten diversas teorías sobre su origen y domesticación. Entre las teorías de mayor popularidad está la que propone que el cacao es un fruto originario de Centroamérica, o más bien, una combinación de orígenes centroamericano y sudamericano de los que surgen diferentes variedades. Sin embargo, estudios recientes han generado datos contundentes que indican que el origen y, ahora con mayor certeza, la domesticación del *Theobroma cacao* sucedió en Suramérica, principalmente, entre las fronteras del territorio que hoy comprende Ecuador y

Colombia, y sus lindes con el río Orinoco (2-4). Uno de esos estudios, el cual incluyó muestras de la mayoría de los países donde se cultiva el cacao, encontró que la mayor diversidad genética provino de las regiones del Alto Amazonas de Perú y Brasil (5-8). Estos resultados fueron corroborados por otros estudios, apoyando la teoría que la Alta Amazonía peruana y ecuatoriana, y la región amazónica compartida por Perú, Colombia y Brasil representan el centro de origen más probable del cacao y en donde se encuentra su mayor diversidad (7,9).

Para estudios arqueológicos enfocados en el uso del cacao, nuevas tecnologías bioquímicas y moleculares han permitido usar la teobromina, uno de los principales alcaloides del cacao, los granos de almidón de cacao y lo que se denomina ADN "antiguo" como marcadores de la presencia de cacao. La presencia de la teobromina en las antiguas vasijas de cerámica encontradas en el yacimiento de Santa Ana-La Florida (SALF), en Palanda, Ecuador, confirmó el uso del cacao por estas antiguas comunidades, demostrando así que, en esta zona, el cacao se consumía hace unos 5,500 años y colocando su uso doméstico en el sur del Ecuador y no en Centroamérica (2,10,11).

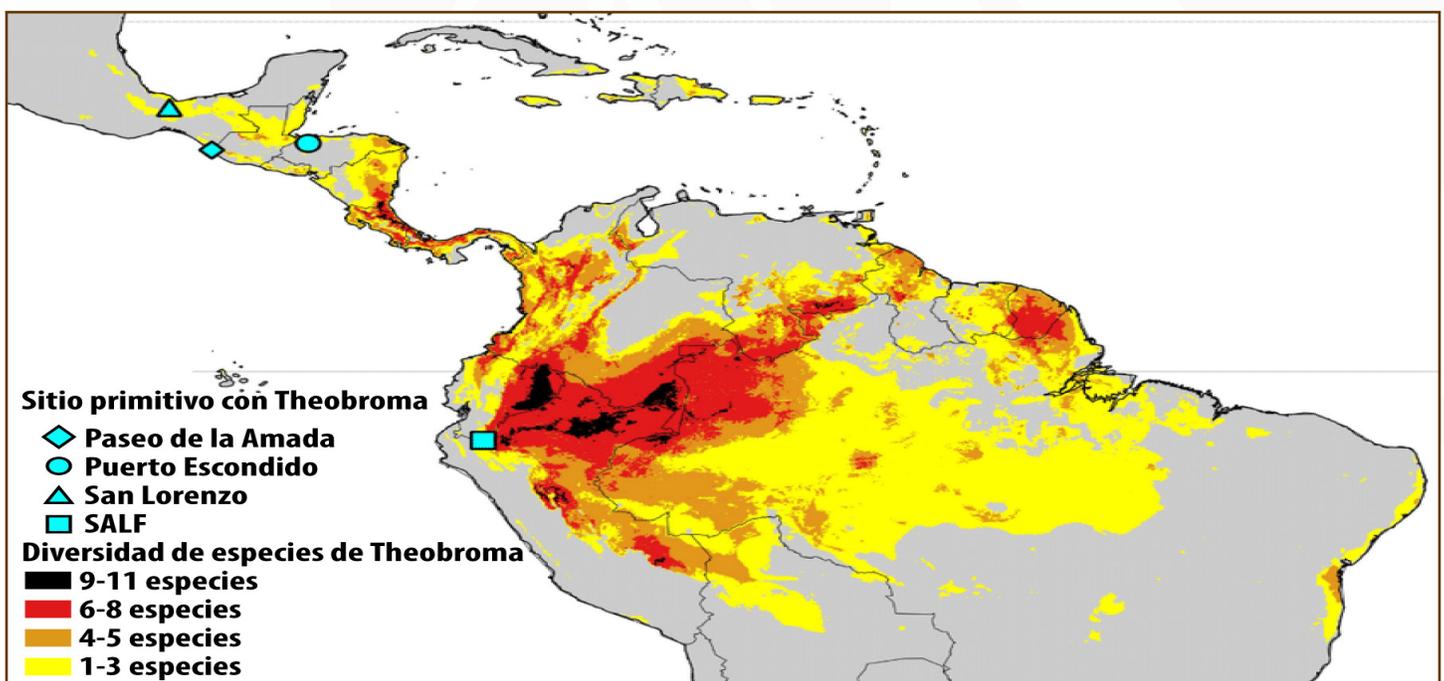


Figura 1. Mapa de origen del cacao, así como de la intensidad de diversidad genética, Motilal L, et al., 2022

Sin embargo, dada la importancia trascendental que tuvo el cacao en las civilizaciones centroamericanas precolombinas y que aún tiene en las culturas de Centroamérica, es entendible que exista una noción generalizada de que el cacao fue domesticado y cultivado por primera vez en Centroamérica. De hecho, antes de estos revolucionarios estudios, el uso más antiguo se le acreditaba a la época Olmeca en Centroamérica, entre los años 3800 y 3000 a.C. (11,13). Precisamente, es a los olmecas a quienes se les atribuye la distribución del cacao entre las comunidades indígenas centroamericanas tempranas y quienes llamaron “kakawa” al fruto del arbusto (14). Existen estudios arqueológicos en el Valle del Ulúa, en Honduras, que han demostrado cómo, hace más de 3,000 años, los olmecas fermentaban la pulpa del cacao para hacer una bebida alcohólica (15).

Para el 1350 a.C., el uso y la importancia del cacao se habían extendido a los pueblos de las tierras altas de México (14). Fue de estas poblaciones de cacao centroamericanas que los europeos conocieron primero sobre el cultivo durante el periodo de la conquista (1,16) y fue de este cacao dominante en la región centroamericana que los colonizadores se llevaron a las tierras colonas para propagación y producción (12,17–19). Hay muchos años de historia que abarcan no solo este tiempo de origen y dispensación, sino también toda una larga crónica del impacto del cacao en las diferentes sociedades, comunidades y gobiernos en los cuales se estableció como cultivo comercial (14,17,20–26). En este informe, se presenta un breve resumen de los orígenes genéticos del cacao y su dispersión para dar luz a cómo y cuándo llegó a Puerto Rico.

La llegada del cacao a Puerto Rico

Siendo el cacao un “cultivo huérfano”, es decir, un cultivo que tiende a recibir menos atención en términos de investigación científica, son limitados los estudios que plasman su traslocación alrededor del mundo.

En el caso de Puerto Rico, son aún más escasos los estudios que mencionan el movimiento del cacao por la isla. Sin embargo, hay algunos documentos oficiales que dan luz acerca de su llegada. Uno de estos importantes documentos es la Revista de Agricultura de Puerto Rico, Vol XI, No.2, publicada por el Departamento de Agricultura y trabajo en el año 1925. Los autores detallan que el propósito de ese boletín era: (i) mostrar el estado económico actual de todas las especies de plantas que se consideraban importantes como forraje o alimento y (ii) detallar el origen de cada especie que se encontrara, identificando el país del cual fue recibido y, en la medida de lo posible, datar la fecha aproximada de su llegada (27). Escriben de Puerto Rico que “ningún otro país de América tropical tiene tantas especies y subespecies botánicas distintas de plantas alimenticias cultivadas como Puerto Rico; de hecho, pocos países, incluso en el Viejo Mundo, tienen tantas, sin contar las formas y variedades de cereales, frutas rosáceas y papas”.

La revista puntualiza que el cacao llegó a Puerto Rico aproximadamente en el año 1636, durante la época colonial española y antes que el café (27). Su llegada se da debido a que Puerto Rico era un puente mercantil entre Suramérica, Centroamérica y España. Se alude a la posibilidad de que el cacao que se encontraba en Puerto Rico en esa época proviniera de Centroamérica.

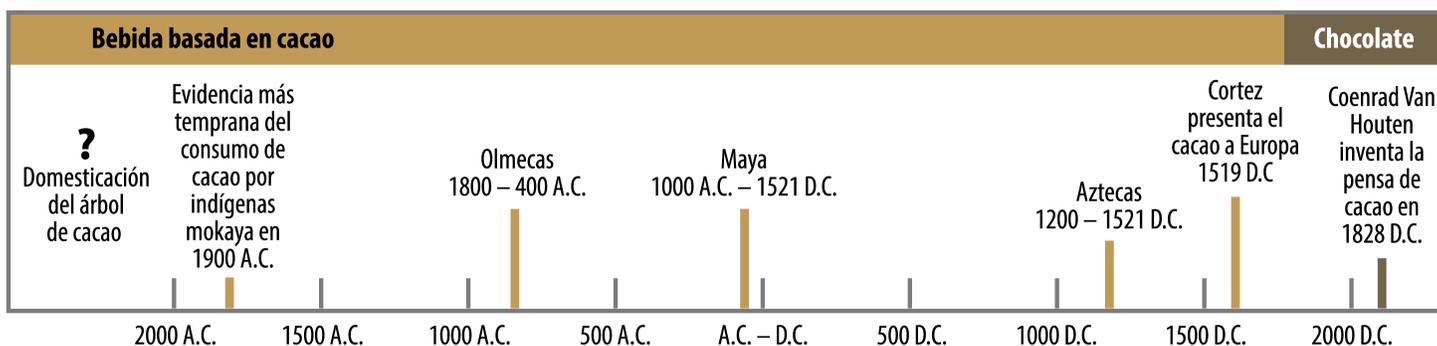


Figura 2. Diagrama de evolución del uso del cacao en Centroamérica desde su principal uso como bebida por las comunidades antes de los olmecas, los maya y los aztecas, su llegada a Europa y transformación a chocolate en barra. (12)

Dentro de las descripciones de los cultivos presentes se menciona el cacao en detalle:

Theobroma cacao L: Es un pequeño árbol introducido en 1636 procedente de la América tropical continental, de 4-9 m. **Se cultiva escasamente en los distritos de Maricao y Las Marías, y se encuentra en al menos 3 de las 12 o más formas distintas; el Forastero es mucho más común (tanto en la subforma roja como en la amarilla). El Criollo es extremadamente raro y el Calabacillo rara vez se ve. La mayoría de las semillas secas (mezcladas) se compran en la fábrica de chocolate de Mayagüez. Los productores utilizan una cantidad considerable de granos secos. En 1903 se trajeron 14 formas de cacao (en forma de frutos) de Trinidad, B. W. I., a la Estación Experimental de Estados Unidos en Mayagüez y se establecieron en los terrenos de la Estación.**

CACAO DE NICARAGUA; *Cacao de Nicaragua; Theobroma pentágono. Se introdujo hacia 1903 en la Estación Experimental Federal de Mayagüez. Aunque es una especie muy delicada, ha tenido bastante éxito aquí.*

CACAO WARIBA; *Patashite; Theobroma bicolor H. & B: Un interesante árbol de América Central, 5-10 m. Las grandes semillas parecidas a las del cacao en el gran fruto de cáscara dura (0,7-1 kilo) se utilizan en varios dulces. Introducido de Trinidad en 1903; creciendo vigorosamente de semillas en la Estación de Propagación de Plantas de Trujillo.*

Otro documento importante que brinda un poco de información sobre el uso histórico del cacao en Puerto Rico es un informe escrito en el 1899 por el doctor Henry Carroll, comisionado especial para Puerto Rico que servía al presidente de los Estados Unidos (28). Durante el periodo de su investigación, el doctor Carroll entrevistó a diversos funcionarios públicos de la época, así como a agricultores locales. En el informe se describe al cacao

como un cultivo presente en la isla que quizás provino de unas semillas de Venezuela, pero que no tenía un rol principal en la economía del país. A continuación, unas selectas partes de esas entrevistas realizadas por el doctor Carroll en donde se menciona el cacao:

Dr. CARROLL. Is cacao raised here?
Mr. VIRELLA. Yes, but in very small quantities. It is an industry which could be developed.
Dr. CARROLL. It grows in the mountains, does it not?
Mr. VIRELLA. Yes.
A PLANTER. But it requires moist land.
Dr. CARROLL. Does it pay to raise it?
Mr. VIRELLA. The people here have never devoted themselves to it.
Dr. CARROLL. Your chocolate makers have been in the habit of importing from Venezuela?
Mr. VIRELLA. Yes; the three great industries here are those of cane, coffee, and cattle.

Figura 3. Declaraciones del alcalde de Guayama, Hon. Celestino Virella, en enero de 1899 (28).

Cacao.—There are a few plantations of this tree in the island. The quality is excellent, of second class, like Guayaquil cacao. It can be grown anywhere in Porto Rico, and its extension would be beneficial.

Declaraciones en el informe de Carroll, en enero de 1899 (28).

[Hearing before the United States Commissioner.]

MAYAGUEZ, P. R., January 23, 1899.

Mr. BADRENA, ex-United States consul at Mayaguez:

Dr. CARROLL. Are you familiar with the industries of Mayaguez?
Mr. BADRENA. Yes. The best and most important is that of matches made by M. Grau & Sons. It is not a large factory, but is sufficient to supply Mayaguez and other cities, even San Juan. The material from which they are made is all imported from Germany. They have not machinery to make the sticks here. In San Juan they make the whole match. I do not know how many men are employed here. Then there is the chocolate mill here. The chocolate is made from native cacao, raised in this part of the island, and it is the best on the island. We used to send the cacao from here to San Juan to the factory there. There are two chocolate factories here, but both of them are small. They sell the chocolate here from 16 cents to \$1 a pound.

Dr. CARROLL. We would consider that high in the United States. We get the best in the United States for 40 cents. But there is some cacao imported here from Venezuela, is there not?

Mr. BADRENA. No; unless some one wants it especially and pays for it.

Dr. CARROLL. Well, in San Juan when I asked why they charged so much, they said because they had to pay such heavy duties.

Mr. BADRENA. Yes; but it is seldom imported. Our cacao is as

Figura 4. Audiencia ante el comisionado, en Mayagüez, Puerto Rico, 22 de enero de 1899 (28).

El viaje del doctor Carroll fue de gran importancia. Tanto así que fue tema de reseña en el periódico *The New York Times* el 31 de marzo de 1899. A continuación, se comparte una imagen del titular (29):



Figura 5. Imágenes del artículo del viaje del comisionado Carroll en el 1899 a Puerto Rico para investigar el estado del sector agrícola en la isla (28).

Un tercer documento, la tesis universitaria de la investigadora española Juana Gil-Bermejo García, titulada: Panorama Histórico de la Agricultura en Puerto Rico, se publicó en 1970. En su investigación, Gil-Bermejo ofrece un resumen de la trayectoria histórica del cacao en Puerto Rico y documenta que, desde su llegada, en los 1600, el cultivo del cacao no fue exitoso comercialmente, por lo que describe su trayectoria como una muy corta y llena de retos y enfermedades.

La investigadora también habla sobre el origen del cacao que se sembró durante lo que denomina “la segunda vuelta”, o un segundo intento de establecer el cacao como un cultivo comercial durante la segunda mitad del siglo XIX (30). Sobre este particular, Gil-Bermejo indica que fueron semillas que se trajeron desde Trujillo, Venezuela, la fuente genética del cacao que se sembró durante esa “segunda vuelta” y que, al parecer, tampoco fue exitosa para el cacao en Puerto Rico.

Los hallazgos de esta tesis concuerdan con algunos de los comentarios en las entrevistas del doctor Carroll. Es posible que la semilla original del cacao establecido inicialmente en Puerto Rico proviniera de Centroamérica,

como identifica O. W. Barret en su estudio de 1925; y que, más adelante, llegaron semillas de cacao venezolano. Para mayor referencia, se recomienda la lectura del Capítulo 10 de la tesis de Gil-Bermejo titulado: “Café y Cacao” que ofrece un trasfondo profundo al tema.

Luego de la desaparición del cultivo de cacao como uno de producción comercial durante la segunda mitad del siglo XIX, el cacao en Puerto Rico quedó principalmente de manera silvestre y en colecciones de la Estación Experimental de Agricultura Tropical (TARS, por sus siglas en inglés) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). La TARS se estableció en 1901, mediante una asignación del Congreso de los Estados Unidos para estudiar los problemas agrícolas de la isla. Desde su inicio, la TARS llevó a cabo investigaciones limitadas sobre el cacao, enfocadas en la selección de clones superiores, estudios básicos de fermentación y secado, clasificación de la enfermedad de la mazorca negra y registro de datos de rendimiento de árboles individuales (31). Fue luego, aproximadamente para el 1930, que se estableció la colección de germoplasma de cacao en Puerto Rico junto con la colección de Miami (32,33).

En el 2016, un estudio realizado por la TARS identificó qué árboles de cacao ancestrales permanecían en la isla (34). Para el estudio, se analizó el material genético de 160 árboles de cacao ancestrales naturalizados, o cacao silvestre que llevaron tiempo establecido en los terrenos de la isla. El estudio concluyó que el cacao puertorriqueño encaja en cuatro grupos genéticos principales —Criollo, Trinitario, Amelonado y Forastero de la Amazonía arriba (en inglés, Upper Amazon Forastero, UAF). El estudio también encontró que estos cuatro grupos locales tienen una composición genética que es, principalmente, de ascendencia de cacao tipo Criollo (34). Es de la colección de la TARS, que ahora cuenta con casi 200 variedades, de las que se han seleccionado las variedades recomendadas para el cultivo de cacao en Puerto Rico (35,36).





Capítulo 2: Variedades y conceptos del cultivo de cacao

Variedades de cacao

Tradicionalmente, la industria del cacao clasifica los principales grupos genéticos de este cultivo según su morfología, características, orígenes geográficos y genética. Por mucho tiempo, los principales grupos genéticos del cacao fueron el Trinitario, el Criollo y el Forastero (37–40). A medida que se realizan nuevos estudios científicos sobre la diversidad genética del cacao, estas clasificaciones han evolucionado. Principalmente, los grupos genéticos se han expandido para dar una mejor representación de la diversidad genética que realmente existe en el cacao y la cual no se puede resumir con solo tres grupos. En esta sección, se brinda una breve explicación sobre las características de estas tres clasificaciones genéticas tradicionales debido a que se siguen utilizando comúnmente en la actualidad. Coloquialmente, se describen los diferentes grupos genéticos como variedades de un cultivo.

Criollo: El cacao del grupo Criollo se cultiva desde hace miles de años en Centroamérica. Típicamente, tiene mazorcas de corteza delgada, semillas redondas que son blancas o ligeramente pigmentadas, y flores no pigmentadas. Se considera una variedad delicada y fina que da fruto a un chocolate fino y de aromas complejos; mucho del cacao conocido como cacao de especialidad es de la variedad Criollo. Sin embargo, su cultivo es poco frecuente debido a su alta susceptibilidad a las enfermedades (40).



Forastero: Las variedades del grupo Forastero se cultivan ampliamente debido a su alto rendimiento y resistencia a las enfermedades. Su cultivo abarca alrededor del 80 % de la producción de cacao a nivel mundial (41). Este grupo genético se subdivide en Forasteros de la Baja Amazonía y Forasteros de la Alta Amazonía; los primeros se originan en la cuenca del Amazonas y sus cultivares fueron los primeros en introducirse en África, mientras que la variedad Forasteros de la Alta Amazonía se consideran más diversificados genéticamente y se utilizan con frecuencia en los programas de mejoramiento genético debido a su vigor, precocidad y resistencia a las enfermedades (42).



Trinitario: El cacao Trinitario se considera un híbrido de las variedades Criollo y Forastero, específicamente de los Forastero tipo Amelonado y de la Alta Amazonía. Este híbrido se originó en la isla de Trinidad (43–45). El Trinitario se produjo por hibridación natural y combina la calidad del Criollo con la productividad y la resistencia a las enfermedades del Forastero. Las semillas son grandes y redondeadas, de color morado claro a púrpura y, típicamente, dan un cacao de buena calidad organoléptica. Este tipo de cacao tiene un alto potencial dentro del sector que cultiva cacao de especialidad.



Aunque muchos continúan usando las tres antiguas clasificaciones, actualmente existen 10 grupos de población o conglomerados genéticos científicamente correctos para el cacao: Amelonado, Contamana, Criollo, Curaray, Guayana, Iquitos, Marañón, Nacional, Nanay y Purús (46,47). Al definirse estos 10 grupos genéticos, se pueden identificar mejor las características únicas entre los cacaos, las cuales, previamente, solo podían describirse como Criollo, Forastero o Trinitario. Por ejemplo, el cacao Amelonado, Guayana y Marañón anteriormente se agrupaban y se describían solo como Forasteros. Con más clasificaciones genéticas se pueden entender mejor los atributos únicos de cada variedad de cacao. La Figura 7 muestra cómo se comparan las antiguas categorizaciones con las nuevas clasificaciones.

Antiguo Paradigma

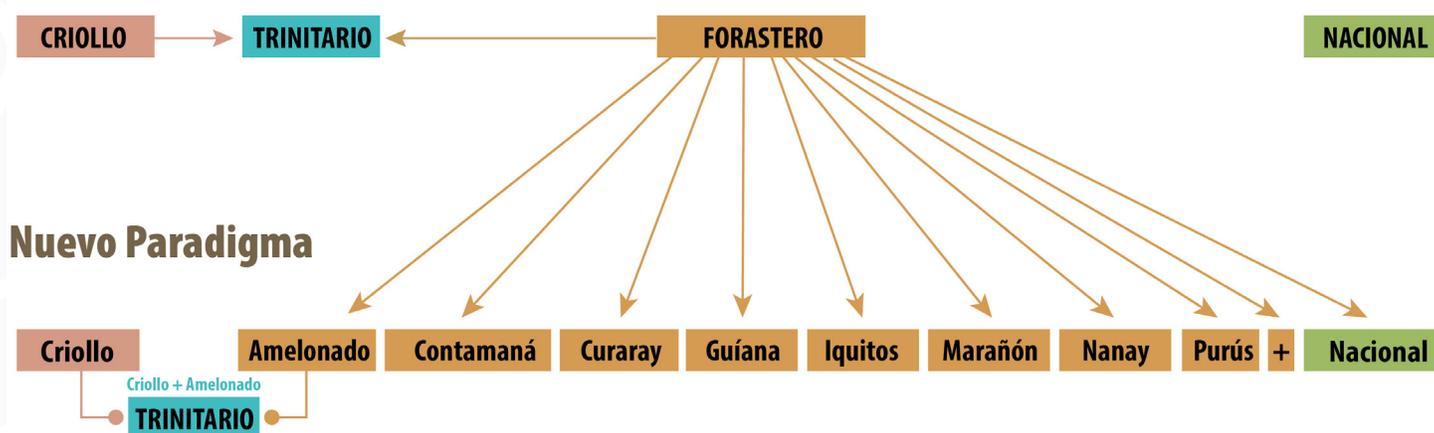


Figura 6. Categorías tradicionales vs. las nuevas categorizaciones (48).

Conceptos básicos del árbol de cacao

El cacao es un cultivo tropical perenne que se cultiva principalmente por sus semillas, que son la fuente de la manteca y del polvo de cacao que se utilizan en la elaboración del chocolate. Para que el árbol de cacao produzca frutos, la flor debe ser polinizada. Aunque la flor del árbol incluye partes femeninas y masculinas, muchas variedades requieren de polinización cruzada. El principal polinizador del cacao es un mímico o mosquita polinizadora conocida como *Forcipomyia* spp. y *Euprojoannisia*. Estos insectos dípteros se sienten atraídos por el aroma y el néctar que producen las flores del cacao, que comienzan a abrir muy lentamente tarde en la tarde y continúan abriéndose en la noche para estar completamente abiertas justo antes del amanecer al próximo día (23,49). Las flores se desarrollan como inflorescencias compactas, directamente sobre el tejido leñoso del árbol de cacao por todo el tronco y la copa del árbol. Luego de polinizadas las flores, sus frutos, mejor conocidos como mazorcas, tardan de 5 a 6 meses en desarrollarse y madurar. Una mazorca madura está compuesta por una cáscara gruesa que pudiera ser lisa o

tener textura y en su interior tendrá en promedio de 40 a 50 semillas rodeadas de una pulpa ácida semidulce. Son estas semillas rodeadas de pulpa blanca, dulce y aromática las que serán fermentadas y secadas para diversos usos en los próximos pasos de la cadena de elaboración del cacao.

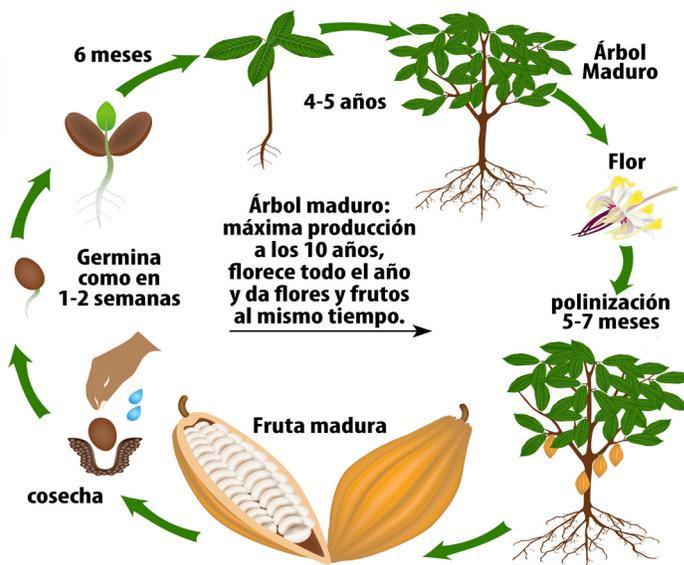


Figura 7. Ciclo de vida del cacao hasta la cosecha (50).

Resumen de requerimientos ambientales del cacao

Si bien los atributos genéticos influyen en el desempeño de los cultivos, hay otros factores no intrínsecos que deben considerarse y manejarse para lograr un mejor desempeño. Los factores ambientales, ya sean regionales o locales en la finca, inciden en la productividad de un cultivo. La humedad, precipitación, temperatura y elevación han de considerarse antes y durante el establecimiento de un cultivo de cualquier especie, ya que pueden ser factores restrictivos para el éxito de una cosecha. Igualmente, las condiciones del suelo como la acidez, el tipo de suelo y la compactación del terreno pueden influir sobre el éxito del cultivo.

En el caso de los árboles —y del cacao en particular—, la poda es de suma importancia para asegurar que el cultivo tenga una estructura de copa estable y que sus frutos puedan cosecharse exitosamente. A continuación, se presenta un resumen de las condiciones generales que apoyan el sano desarrollo de los árboles de cacao. Para información más detallada de los requerimientos, le referimos al conjunto tecnológico del cacao de la Universidad de Puerto Rico (51). Para un resumen de cómo se prevé que el cambio climático afectará la producción de cacao a nivel mundial, los lectores se pueden referir a Medina et al., 2017 (52).

REQUERIMIENTOS CRECIMIENTO DE CACAO



Alvim, 1977
Lahive 2015



TEMPERATURAS

El rango de temperaturas óptimas para el cacao es de 72 - 80F. El máximo y el mínimo sin que comience a afectar productividad es de 59-90F.

PRECIPITACIÓN

El cantidad mínima de precipitación requerida para el cacao es de 55 pulgadas. Más de 98 pulgadas requerirá el diseño de canales para prevenir el estancamiento. Lo más importante es la distribución a través del año.



ELEVACIÓN

El cacao se adapta bien desde el nivel del mar hasta los 2950 pies (900 metros). Uno de los factores más importantes a considerar es la fuerza del viento. En lugares muy altos los vientos así como las bajas temperaturas afectarán a la estabilidad de la flor del cacao, y por ende la producción.



SOMBRA

La necesidad de sombra varía dependiendo de la etapa productiva en el que se encuentre una siembra, la variedad, así como las condiciones climáticas en específico para la finca. Típicamente se requiere un 40% a 50% de sombra para el cultivo en crecimiento (menor de 4 años) y del 40% al 30% para árboles mayores de 4 años.



pH

El cacao es un cultivo moderadamente tolerante a la acidez del suelo y se desarrolla eficientemente cuando el pH se encuentra en el rango de 6,0 a 6,5, no menor a 5,5.

Poda

El árbol de cacao puede crecer hasta 50 pies o más.

Es recomendado podar a una altura cómoda para la cosecha. Los tres tipo de poda recomendados para al cacao son de: Formación, Mantenimiento, Sanidad.



Figura 8. Requerimientos básicos del cacao, contenido original, información de Alvim, 1977, y Lahive, 2015 (53,54).



Capítulo 3: El cacao de la semilla a la barra

Para el cacao, el camino de la semilla a la barra es uno extenso que, típicamente, cruza fronteras geográficas en cada paso de procesamiento. Por ejemplo, una barra de chocolate convencional muy posiblemente incluye ingredientes de procedencia africana que fueron transportados hasta Europa para su procesamiento y, posteriormente, fueron enviados a Estados Unidos para elaborar el chocolate junto otros ingredientes de procedencia extranjera. En este capítulo se presenta cada uno de los eslabones de esta cadena de elaboración

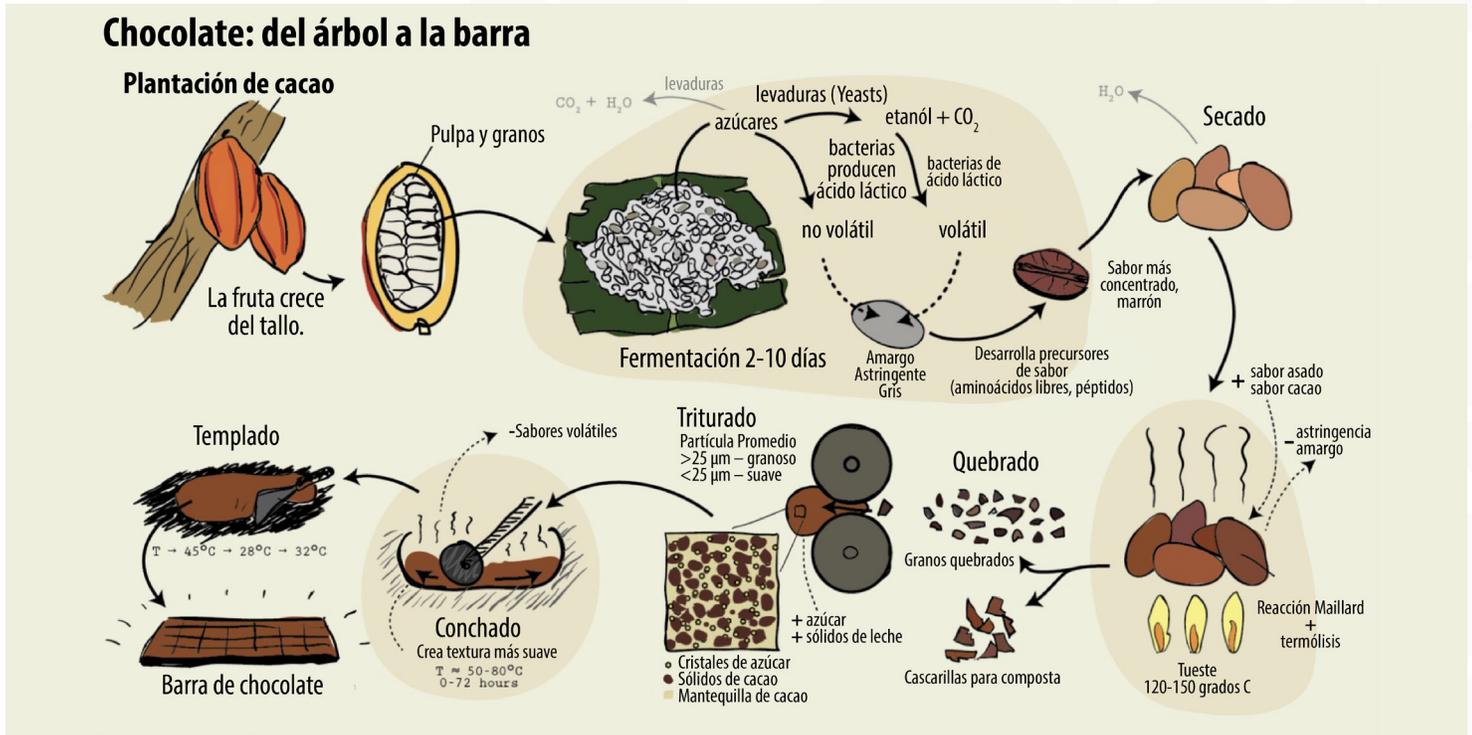


Figura 9. Infográfico del proceso del cacao al chocolate (55)

Producción en la finca

La producción mundial de cacao se concentra mayormente en África (principalmente, en la Costa de Marfil, Ghana, Camerún y Nigeria) con un 77.3 % de la producción global del cultivo originándose en esta región. Latinoamérica es el segundo mayor productor (principalmente, Brasil) con un 17.8 % de la producción global, seguido de Asia (principalmente, Indonesia y Papúa Nueva Guinea) con un 4.8 % de la producción global (Figura 10) (56). El número global de cacaoteros se estima entre 5 a 6 millones y se calcula que el número de personas que dependen del cacao para su subsistencia es de 40 a 50 millones (1). Típicamente, estos cacaoteros cultivan el cacao en pequeñas siembras de menos de 5 cuerdas con una producción promedio de 350 a 550 libras de mazorcas por cuerda (57).

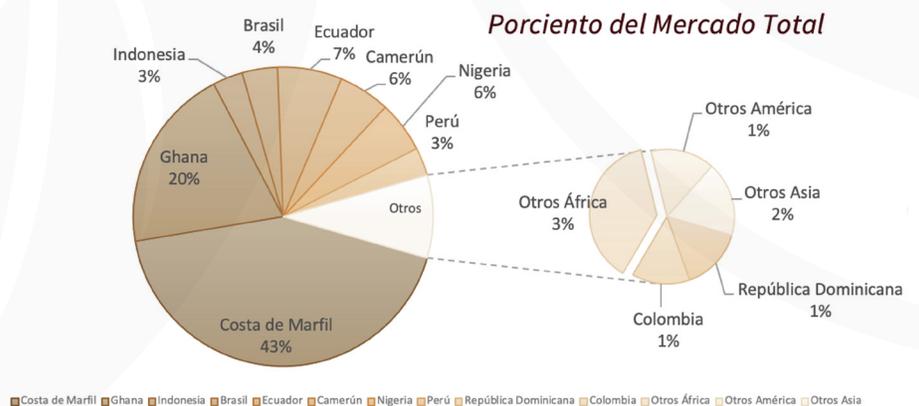


Figura 10. Datos del ICCO Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, Vol. XLIX, No 2, Cocoa 2022/23 (56,58).

De la mazorca al grano

En el Capítulo 2 se presentaron someramente los elementos que influyen sobre el desempeño del cultivo en la finca. Luego de su cultivo y cosecha, el cacao pasa por una serie de procesos, todos de mucha importancia, para poder llegar a ser un cacao de alta calidad y, por ende, elaborar un buen chocolate. Luego de la cosecha, durante el proceso de abrir la mazorca, se ven las semillas cubiertas de una pulpa mucilaginosa. Este mucílago es el factor más importante para dar comienzo al paso de la fermentación.

La **fermentación** es un paso crucial para el desarrollo de los precursores de sabores aromáticos, disminución de la amargura y la muerte del embrión de la semilla. Este paso puede durar varios días y, típicamente, se hace en lugares cálidos y húmedos que sean propicios para los procesos químicos que van a ocurrir como cajones de madera o contenedores de metal. Después de la fermentación se efectúa el **secado**, un proceso que no debe apresurarse, pero tampoco prolongarse mucho. El objetivo con el paso del secado no es solo disminuir la humedad de la semilla de cacao a un 7 u 8 %, sino también darle tiempo a que los compuestos volátiles intensos que pueden generar altos niveles de acidez puedan escapar vía la volatilización (59–64).

Para almacenarse, el cacao debe llegar a un 7 u 8 % de humedad. Bajo ese porcentaje se puede almacenar por un largo tiempo, siempre y cuando esté en condiciones favorables, que incluyan control de plagas y de humedad. También es importante escoger un ambiente de almacenamiento adecuado, ya que el cacao es altamente higroscópico, lo cual significa que los granos almacenados absorben los olores del ambiente donde se almacenan. Una vez seco, el grano de cacao está listo para comenzar su proceso de transformación de grano a un producto más procesado.

Procesamiento del grano de cacao

Uno de los pasos claves en el desarrollo del sabor del chocolate es el tostado. Durante el proceso de **tostado** de los granos de cacao, las altas temperaturas dan paso a una reacción Maillard. Durante este proceso químico, los azúcares y las proteínas en el grano de cacao interactúan, promoviendo la formación de nuevos compuestos de sabor y aroma, y, por consiguiente, desarrollando las características distintivas de un cacao o chocolate (65,66). Además del desarrollo de las propiedades organolépticas, el tueste también resalta el color caramelo característico del chocolate.

Luego del tueste, los granos de cacao pasan por un proceso de **quebrado** y “**winning**”, que no es otra cosa que la separación de la cascarilla del cacao del grano. Luego de este paso, se obtienen los **nibs** de cacao, que son los granos quebrados y limpios.

El siguiente paso es la **molienda**, en la que los granos de cacao triturados se muelen para obtener una pasta de cacao líquida y espesa, conocida como licor de cacao. A partir de este producto, se pueden separar la manteca y el polvo de cacao, mediante procesos de prensado y filtrado.

El cacao como materia prima en un sistema globalizado

En un sistema alimentario globalizado, los consumidores están cada vez más distantes de los productores. En el caso del chocolate, hay una abundancia de productos en los que el origen o la variedad del cacao utilizado para su confección típicamente no forma parte de los atributos que definen a estos productos globalizados. En otras palabras, el cacao en estos productos pierde su identidad. A continuación, se describe cómo es ese proceso y en dónde comienza la separación.



Luego de la cosecha del cacao, el destino del cacao cosechado y el lugar donde ocurren las etapas de fermentación y secado van a depender de la orientación del mercado en el cual ese cacao se va a vender. Las tendencias del mercado que preservan la identidad del cacao tienden a guardar los atributos únicos de un cacao, a través de los procesos de fermentación y secado, mientras que, para un cacao con destino al mercado industrial, los pasos de fermentación y secado ocurren a un nivel agregado donde se mezclan cacaos de diferentes orígenes y no se preserva la identidad de los granos, sino que se busca homogenizar todo el cacao.

Contrario a la producción de cacao, la molienda y el procesamiento de cacao están concentrados principalmente en Europa, seguido por Asia, África y Norteamérica (1,22). De este modo, se va separando a los agricultores del producto final. A su vez, los agricultores se van alejando de las ganancias potenciales del valor añadido que genera la transformación del cacao a sus productos derivados. Al separarse los consumidores de los productores, quienes mayor reconocimiento reciben son las grandes marcas que, por mucho tiempo, se han acostumbrado a obviar el rol de los productores en sus estrategias de mercadeo. De este modo, la estandarización de los procesos de elaboración de chocolate y las economías de escala contribuyen a la poca diferenciación entre productores de cacao. Cuando el cacao se mercadea como materia prima (o “commodity”), se invisibilizan las diferentes cualidades del cacao que surgen del cuidado que apliquen los agricultores mediante el uso de buenas prácticas de cultivo.

Los productos de chocolate no diferenciados por origen de los ingredientes o prácticas de cultivo y elaboración son descritos como productos convencionales. Los grandes manufactureros que mercadean chocolate convencional se especializan en un chocolate de perfil estandarizado, lo que significa que, en cualquier época del año, en cualquier parte del mundo, el chocolate sabrá igual. Sin embargo, la priorización de la estandarización en la industria chocolatera ha llevado a una desconexión entre los consumidores y las condiciones que afectan el origen de los granos de cacao, incluyendo la volatilidad a la que se exponen los productores dado a las cambiantes condiciones climáticas y los costos de producción. En síntesis, la estandarización de los procesos del chocolate y las economías de escala contribuyen a que la mayoría de los consumidores consideren o perciban todo el cacao por igual.

Anteriormente, se describieron las etapas de la cadena de elaboración del grano a la barra de chocolate. A lo largo de esta cadena, hay diferentes actores que, generalmente, se especializan en un aspecto. En la Figura 11 se observa el beneficio promedio que adquiere cada actor en la cadena de elaboración como por ciento del valor total del chocolate vendido. Es importante destacar que los productores solo devengan entre un 4 y un 6 % del valor total. Esta distribución de ganancias, contrapuesta a las condiciones de pobreza en las que viven la mayoría de los cacaoteros (1,67–69) ha dado paso a diferentes herramientas de diferenciación en el mercado para aquellas marcas que deciden romper con este patrón. Estas herramientas se discuten más adelante.

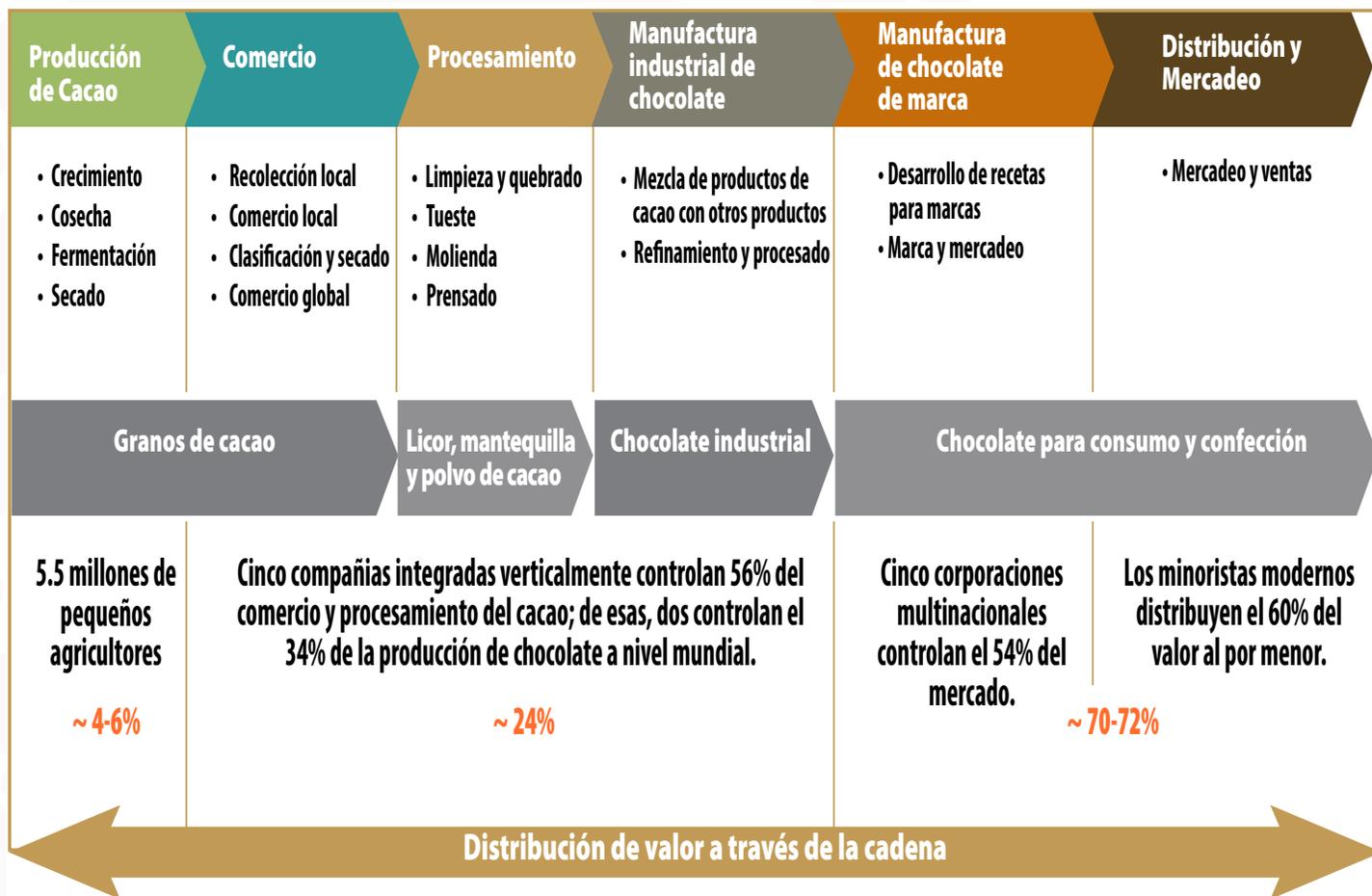


Figura 11. Distribución de las ganancias en el mercado del cacao y el chocolate (70).





Capítulo 4: Comercio Internacional de cacao

Factores que influyen sobre el precio del cacao

El mercado internacional del cacao está estructurado de manera similar a otros “commodities” o productos pertenecientes al mercado de materias primas. Es decir, su precio está expuesto a las mismas fluctuaciones y riesgos que afectan a otros ingredientes como el café, azúcar, petróleo u otros. La parte más visible de la comercialización del cacao es la de los **mercados futuros**. Los mercados futuros de Nueva York y Londres rigen los precios que establece la Organización Internacional del Cacao (ICCO, por sus siglas en inglés). Los precios de la ICCO sirven como punto de referencia para los mercados locales y, por tanto, los precios en los países productores de cacao.

El precio del cacao en el mercado está ligado e impactado por el comportamiento de varios aspectos fundamentales

como la oferta y demanda, el nivel de los inventarios de cacao en almacenes, el clima y el valor del dólar estadounidense, entre otros factores. Esta cotización también experimenta inestabilidad por influencias externas que propician la especulación. Eventos como la fluctuación en el precio del petróleo, la guerra en Ucrania, la inestabilidad política en países productores de cacao (71) como los disturbios políticos en Costa de Marfil que afectan grandemente los precios mundiales del cacao, o los escándalos mediáticos como los altos niveles de cadmio en las barras de chocolate de empresas reconocidas (72), son variables que afectan directamente los mercados y la volatilidad de precios en mercados futuros del cacao. De igual manera, como ocurre con otros productos agrícolas, un sinnúmero de factores (condiciones climáticas, política, fenómenos sociológicos y otros) afectan la producción y precio del cacao.

Producción mundial del cacao	Más de 60% de la producción mundial del cacao está concentrada en África Occidental, específicamente Costa de Marfil y Ghana. Cualquier situación que impacte la producción y el suministro del cacao en estos dos países causa movimientos significativos en el precio internacional del cacao.
Oferta y demanda	El precio del cacao en los mercados fluctúa principalmente a base de la relación inseparable entre los niveles de producción y la molienda/consumo mundial. En el escenario de un déficit, los precios incrementan y en el de superávit los precios se disminuyen.
Producción y molienda	Una mirada rápida a la distribución geográfica de los volúmenes producidos y las importaciones de cacao en grano ilustra una dinámica norte-sur: la producción se concentra en países en vía de desarrollo y la transformación se agrupa en países con economías desarrolladas.
Clima	La producción de cacao es altamente sensible a las condiciones ambientales, en particular la temperatura, la lluvia, la humedad y la radiación solar. Estas variaciones en productividad o potencial productivo del cacao dado a las condiciones climáticas en países productores, causa variaciones importantes en los precios locales e internacionales.
Variabilidad cíclica	Ciclos de alta y baja productividad son poco predecibles y se reflejan en los precios internacionales del cacao.
Fortaleza del dólar	La apreciación o depreciación de la moneda del dólar por diversos factores contribuye al alza o baja de los precios en los mercados futuros debido a que los contratos están denominados en dólares estadounidenses. La apreciación de la moneda causa una baja en los precios y viceversa.

Aspectos fundamentales para el mercado internacional de cacao

Cuando se evalúa el precio del cacao en el mercado de futuros a través de la historia, se aprecia el efecto de los aspectos fundamentales del mercado en los precios. De manera general, la interacción entre cada aspecto fundamental se reduce a una correlación inversa entre el volumen del cacao producido y el precio ofertado. Es decir, ante cualquier indicio de menor disponibilidad de cacao en los mercados, el precio de este incrementa. Cuando la disponibilidad de cacao es abundante, o mayor a lo proyectado, el precio en los mercados disminuye.

A la fecha de este informe, la baja producción de cacao a causa de plagas, eventos atmosféricos y alza en los costos de

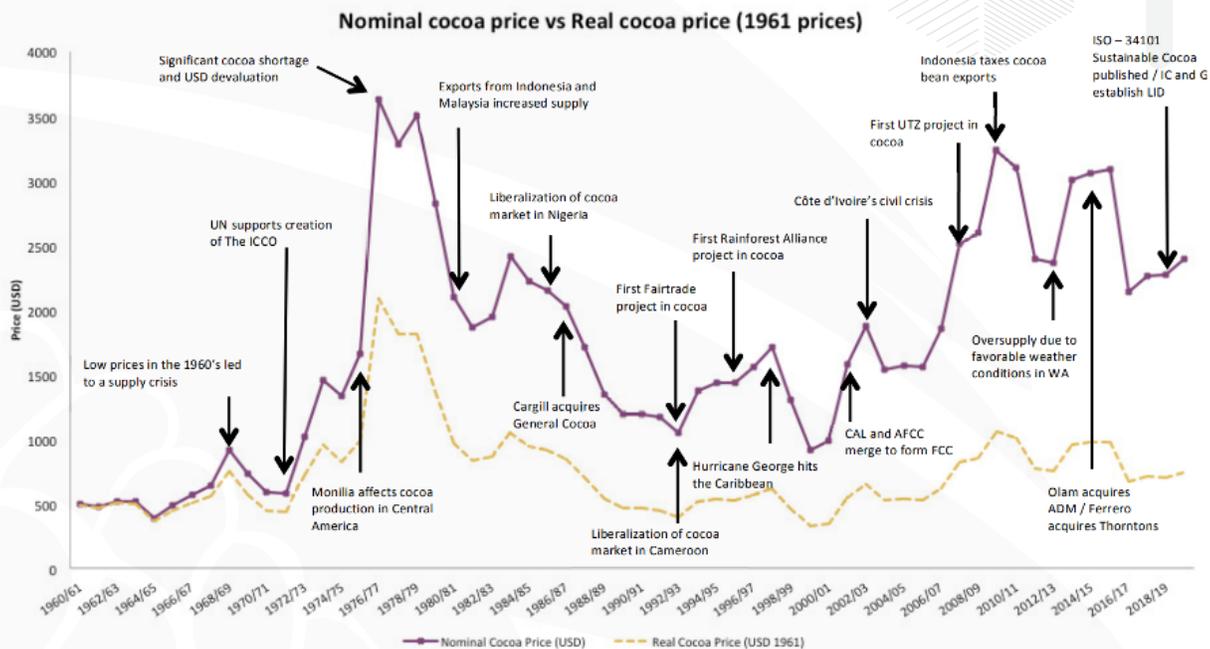


Figura 12. Cronología de los principales acontecimientos que han afectado los precios mundiales del cacao desde 1960 (1)

los insumos a consecuencia de la guerra entre Rusia y Ucrania, entre otros factores, ha causado que los precios del cacao incrementen a niveles que no se observaban en el mercado desde hace más de una década (Figura 12).

Históricamente, el cacao alcanzó un máximo de \$5,379 por tonelada de cacao seco en julio de 1977. Recientemente, el precio se reportó en \$3,489 por tonelada, o aproximadamente \$1.60 por libra de cacao seco. Por otra parte, ante cualquier evidencia de mayor disponibilidad de cacao sobrepasando lo estimado, como ocurre cuando hay buenas cosechas en los países productores, el precio del cacao disminuye. Esta es una clara disparidad para los productores de cacao pues solo disfrutaban de “precios altos” cuando la producción es baja.

Es importante aclarar que, a nivel de mercado, el precio reportado típicamente es el precio **Franco a Bordo (FOB)**. Este es, casi siempre, el precio que se paga al exportador de cacao, o el precio que se paga por un contenedor lleno de cacao listo para ser despachado. Incluye lo que se pagó al productor, así como los costos incurridos por concepto de almacenamiento y transporte dentro del país, al igual que los honorarios de los intermediarios y las tasas de exportación. Los productores de cacao convencional reciben una porción de entre 50 y 80 % del precio del mercado. Para el cacao de mayor calidad, el precio puede ser mayor y la porción que reciben los productores pueden ser mayores (1).

A través de la historia, diversos eventos han influido sobre el precio del cacao en el mercado internacional. Una cronología histórica (Figura 12) ayuda a apreciar la variabilidad en los precios. Los precios nominales reflejan precios actuales, mientras que los precios reales son los precios nominales, ajustando el efecto de la inflación.

Categorías de venta

Aunque el precio del cacao está sujeto al mercado de valores y sus condiciones, hay un nivel de diferenciación que impacta el precio del cacao en el mercado: su designación como cacao de alta calidad (conocido como cacao premium). Mientras que el cacao convencional representa el 88 % del cacao comercializado, un 12 % del cacao comercializado es de designación premium (1). Para el cacao convencional, el precio varía, según su procedencia geográfica y las certificaciones que apliquen a su cultivo y manejo. En el caso del cacao premium, el precio de este producto es influenciado por su procedencia, si esta ha sido certificada como cacao fino o de aroma, si se ha designado como cacao de especialidad, y por las certificaciones que apliquen a su cultivo y manejo. (1,69–71). Para propósitos generales, presentamos una definición amplia del mercado del cacao (Figura 13), dejando por entendido que tendencias futuras podrían cambiar esta definición.

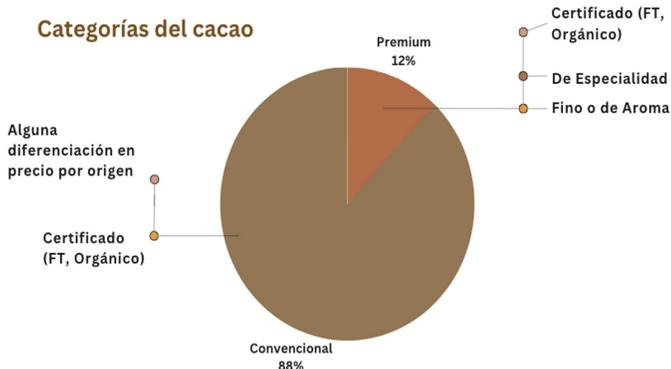


Figura 13. Categorías del cacao según su porcentaje de participación en el mercado.

La categorización del cacao permite a los consumidores y empresas identificar y diferenciar sus productos con relación a los atributos, calidad y métodos de producción específicos utilizados para llegar a mercado. En teoría, atributos como las certificaciones, significan mayores oportunidades para un mejor precio de venta para los productores. Es importante resaltar que las categorías de mercadeo del cacao no son mutuamente excluyentes y que el cacao puede cumplir con los requisitos de múltiples categorías simultáneamente. Por ejemplo, es posible encontrar cacao de especialidad, orgánico, de comercio justo (FT o Fair Trade) y de origen único en el mercado.

• Cacao convencional (“Bulk”)

El **cacao convencional** se caracteriza por ser de una calidad estándar, según establecido internacionalmente, y comercializado en grandes volúmenes. Principalmente, este cacao es el componente principal en la producción de semiprocesados y productos de chocolate convencionales, entre otros. Su valor va de la mano con el precio del cacao en los mercados de futuros. En los pasados 50 años, este precio ha variado entre \$1.46 a \$2.45 por libra de cacao seco ICCO (56,73,74). El precio más alto del cacao convencional se registró en 1977, después de dos temporadas de cosechas mundiales muy bajas.

El cacao convencional puede recibir una “prima” adicional al precio del mercado, dependiendo de su origen.

Los “diferenciales”, o la diferencia en precio sobre el precio convencional, se establecen a base de atributos distintivos como el origen (o país) o el rendimiento en términos de nibs y manteca (1). En la Figura 14 se ve cómo se comportaron esas primas o diferenciales para junio 2023, según el país de procedencia. Se observa que el cacao de Ghana tiene una prima mayor al cacao de Ecuador para compradores tanto en Europa como en los Estados Unidos.

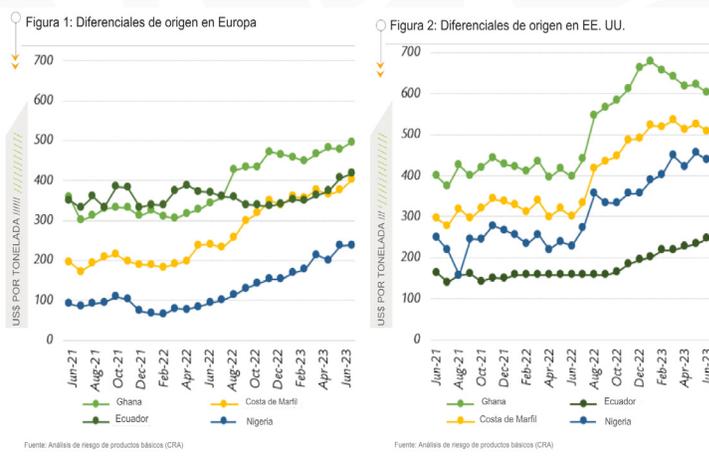


Figura 14. Gráficas de primas según su origen para junio 2023 (56,75).

• Cacao convencional certificado

Hay un segmento del cacao convencional que se denomina **cacao convencional certificado**. Este recibe una prima adicional al precio del mercado, dependiendo del cumplimiento de los estándares establecidos por un programa de certificación. Los estándares utilizados para la certificación pueden ser ambientales, sociales o económicos y son corroborado por una entidad certificadora. Hay diversos programas de certificaciones que van desde laborales y ambientales hasta de combinación de factores. En teoría, el precio del cacao certificado por Comercio Justo (en inglés, “Fair Trade”) se fija con una prima del 10 % por encima del precio ICCO, establecido por la bolsa de valores. A continuación, (Tabla 2) se pueden observar los datos de precios de este segmento para el año 2023.

Precio de referencia Comercio Justo: abril 2023				
TIPO DE CACAO	PRECIO MÍNIMO /lb COMERCIO JUSTO	PREMIUM /lb COMERCIO JUSTO	TOTAL/lb	Fecha de publicación de los precios
CONVENCIONAL	\$1.09	\$0.11	\$1.20	3/30/23
ORGÁNICO	\$1.22	\$0.11	\$1.33	3/30/23

Tabla 2. Primas para cacao certificado como Comercio Justo, abril 2023 (73).

Cacao premium

El **cacao premium** es un segmento del mercado donde el volumen y la calidad estándar dejan de ser el factor determinante del precio. Los compradores buscan características o atributos especiales que diferencian a este cacao de uno convencional. El cacao con dichas características se paga a un precio mayor al del mercado. El precio del cacao premium está generalmente alineado con las exigencias del comprador. Comúnmente, los factores diferenciadores son las variedades de cacao, su perfil sensorial distintivo, alta calidad del grano, cacao completamente libre de defectos, un origen o procedencia únicos, la historia detrás del cacao producido, el manejo ético de la producción y la sostenibilidad del cultivo (76,77).

“Cacao premium” puede ser un término más amplio que denota una calidad superior, mientras que el término “cacao de especialidad” tiende a centrarse específicamente en el sabor único unido a excelentes características de calidad. El segmento premium se puede subdividir de la siguiente manera: **cacao premium certificado** y cacao de especialidad (también conocido como “specialty cacao” o cacao especial). A su vez, el cacao de especialidad puede contar con diversas certificaciones.

El **cacao fino de aroma** tiende a ser una subcategoría del cacao especial que cuenta con una designación especial y también puede contar con certificaciones. A continuación, se presentan algunas de las características que distinguen al cacao premium del cacao convencional (Figura 15).

Tabla 1. Requisitos del grano de cacao

Requisitos	Premio	Corriente
Contenido de humedad en % (m/m), máx.	7	7
Contenido de impurezas o materias extrañas en % (m/m), máx.	0	0,3
Grano mohoso interno, número de granos/100 granos, máx.	2	2
Grano dañado por insectos y/o germinados, número de granos/100 granos, máx.	1	2
Contenido de pasilla, número de granos/100 granos, máx.	1	2
Contenido de almendra en % (m/m), mín.	-	-
Masa (peso), en g/100 granos, mín.	120	105-119
Granos bien fermentados, número de granos/100 granos, mín.	65	65
Granos insuficientemente fermentados, número de granos/100 granos máx.	25	35
Granos pizarrosos, número de granos/100 granos, máx.	1	3

Figura 15. Ejemplo de hoja para evaluar cacao premium (78).



• Cacao Premium Certificado

El **cacao premium certificado** debe cumplir con los mismos estándares establecidos para el cacao convencional certificado — se certifica el producto, según las prácticas requeridas por el cuerpo certificador. En el caso del cacao premium certificado, su calidad es distintiva y supera los estándares de calidad internacionalmente aceptados. Típicamente, el cacao premium es manejado con meticulosas prácticas de cosecha, selección, fermentación y secado para alcanzar una calidad superior.

Es importante mencionar que una gran parte del cacao que se produce bajo los estándares de certificación no se vende con el precio prima de certificación por diversos factores, entre los más importantes, la falta de compradores (1).

• Cacao de especialidad

El mercado de especialidad es muy selectivo, altamente especializado, de volúmenes reducidos y desvinculado completamente de los precios internacionales. La categoría de **cacao de especialidad** (o en inglés, “specialty cacao”) se refiere, específicamente, a un cacao de alta calidad con atributos excepcionales típicamente utilizados para la producción de chocolates finos, únicos y distintivos. Su precio está directamente ligado al comprador, a un perfil sensorial destacado, a la ausencia total de defectos, a la trazabilidad demostrable y, en especial, al vínculo directo que crean los compradores con los productores de este cacao.

Este subsegmento puede ser considerado como un nicho extremadamente reducido y cuyo precio típicamente sobrepasa, por mucho, el precio del mercado y que puede variar significativamente de un año a otro. La escasa disponibilidad, la historia del cacao en la región particular donde se produjo, la excepcionalidad del perfil sensorial y su posicionamiento en el mercado en la opinión de los interesados es lo que provoca y sostiene su precio diferenciado. El precio puede exceder los \$12 por kilo (mientras que el precio del cacao convencional

fluctúa cerca de los \$2.50 por kg) o \$5.45 por libra (el convencional fluctúa cerca de \$1.15 la libra) (1,76). No obstante, la prima o el precio final dependerá del interés que se tenga por un origen en particular, el tipo de cacao, las certificaciones y los premios que haya recibido ese cacao particular.

• **Cacao fino y de aroma**

El **cacao fino** se define como cacao que no tiene defectos de sabor y que proporciona un perfil de sabor complejo que refleja la experiencia del productor y el “terroir”, o el sentido del entorno particular donde se cultiva; la fermentación y el secado del cacao (77). El cacao fino que cumple con estos criterios básicos también puede ofrecer una importante diversidad genética, así como un patrimonio histórico y cultural. El **cacao de aroma** se define como el cacao que tiene pocos o ningún defecto de sabor y proporciona valiosas características aromáticas o de sabor que han sido tradicionalmente importantes en las mezclas. El cacao de aroma que cumple con estos criterios básicos de calidad también puede ofrecer una importante diversidad genética, además de un patrimonio histórico y cultural.

En Puerto Rico, el mercado de cacao local ha designado extraoficialmente la producción nativa como “cacao

fino de aroma” más como un distintivo que como denominador oficial. En el caso de las denominaciones oficiales para el cacao, es la ICCO la única organización capaz de tal otorgación pues cuenta con un sistema de clasificación que reconoce a los países productores y exportadores de cacao fino de aroma. De igual modo, la ICCO cuenta con criterios preestablecidos tales como origen genético del material de siembra, color y sabor de los granos de cacao, grado de fermentación, secado, malos sabores y cuantificación de defectos para otorgar sus catalogaciones. Esto, unido al hecho de que solo los gobiernos pueden solicitar que el cacao sea catalogado como “Fine or Flavor Cacao” previene que exportadores individuales o cooperativas locales puedan solicitar esta categoría (1), o aleatoriamente designar la producción local.

Para cumplir con el rigor del proceso de designación, la ICCO revisa continuamente la lista de países exportadores de cacao fino o de aroma. La revisión se lleva a cabo mediante un panel de expertos que trabajan específicamente este asunto (ad hoc). Durante su deliberación, el panel establece qué porcentaje de la producción de cada país puede considerarse como un cacao fino o de aroma (79). La lista en la Tabla # 3 indica qué países sí son parte de este prestigioso listado. En la actualidad, hay 23 países incluidos, siendo

País	% de cacao exportado que se considera fino o de aroma		
Belice	50 %	Indonesia	1 %
Bolivia	100 %	Jamaica	95 %
Colombia	95 %	Madagascar	100 %
Costa Rica	100 %	México	100 %
Dominica	100 %	Nicaragua	100 %
República Dominicana	40 %	Panamá	50 %
Ecuador	75 %	Papúa Nueva Guinea	90 %
Granada	100 %	Perú	75 %
Guatemala	50 %	Saint Lucia	100 %
Honduras	50 %	São Tomé and Príncipe	35 %
		Trinidad y Tobago	100 %
		Venezuela	100 %
		Vietnam	40 %

Tabla 3. Lista de los países reconocidos como productores de cacao fino y de aroma por la ICCO (79).

Latinoamérica la principal región exportadora de cacao fino o de aroma. El territorio latinoamericano representa el 90 % de las exportaciones mundiales de cacao fino o de aroma. En términos de volumen, Ecuador, República Dominicana y Perú son los tres principales exportadores de cacao fino o de aroma. La más reciente reunión del grupo de expertos de cacao fino de aroma de la ICCO se realizó en junio de 2023 en Antananarivo, Madagascar. El panel estuvo compuesto por 12 expertos de los sectores público y privado, representantes de las principales regiones productoras y consumidoras de cacao. El objetivo de la reunión fue actualizar el listado de los países en el Anexo C del Convenio Internacional del Cacao (AIC) 2010 como exportadores de cacao fino de aroma, y revisar sus cuotas de exportación. Puerto Rico no participó en ese proceso para ser incluido en el listado de productores de cacao fino de aroma bajo los estándares internacionales de denominación y, por consiguiente, al momento de la impresión de este informe, no se considera un país productor de cacao fino y de aroma bajo la ICCO y los estándares internacionales del mercado. Si bien esto no quiere decir que el cacao producido en Puerto Rico no se pueda vender bajo la categoría de cacao especial, en la actualidad, no cuenta con el reconocimiento de la organización mundial reguladora, la ICCO.

Tabla 4. Resumen de las estructuras de precios de los segmentos de cacao en grano. Información de la tabla proviene de Gaia Cacao B.V, 2021, fue traducida y resumida.

Tipo de cacao	Descripción	Estructura de precios
Convencional “Bulk”	Generalmente, fermentado y secado por el productor o en un centro de acopio (por ejemplo, CCN-51 en Ecuador)	Precio según el mercado de futuros en la bolsa de valores + o por diferencial de país.
Certificación Rainforest Alliance “Convencional” 	Generalmente, fermentado y secado por el productor o en un centro de acopio (por ejemplo, CCN-51 en Ecuador) con certificación RFA.	Precio según el mercado de futuros en la bolsa de valores o diferencial de país más un diferencial de USD \$100 (en promedio) por tonelada (\$0.05 por libra).
Orgánico “Convencional” 	Generalmente, fermentado y secado por el productor o en un centro de acopio (por ejemplo, CCN-51 en Ecuador). Cualquier presencia de residuos químicos detectados en las muestras a la llegada resulta en el descuento de la prima orgánica.	Precio según el mercado de futuros en la bolsa de valores o el diferencial de país + aproximadamente USD \$300 por tonelada de prima orgánica (\$0.15 por libra).
Orgánico “Premium”	También llamado orgánico “mejorado”. Cosechado en las fincas (mazorcas maduras), con trazabilidad a nivel de bolsa/quintal, resúmenes por géneros y perfiles de productores. Cualquier presencia de residuos químicos detectados en las muestras a la llegada resulta en el descuento de la prima orgánica.	Precio según el mercado de futuros en la bolsa de valores o el diferencial de país + aproximadamente USD \$300 orgánico + USD \$100 a USD \$300 por premium por calidad (\$0.05 - \$0.15 por libra) por tonelada.

<p>Comercio Justo-Orgánico</p>  	<p>Granos de cacao doblemente certificados como Comercio Justo y Orgánico FTO. Típicamente procesado por el productor. Cualquier presencia de residuos químicos detectados en las muestras a la llegada resulta en el descuento de la prima orgánica.</p>	<p>Precio mínimo FTO más una prima de USD \$240 por tonelada. Además, puede haber otras primas adicionales como por ejemplo, calidad.</p>
<p>Especialidad o Fino de aroma</p>	<p>Granos de cacao de alta calidad (cero defectos) seleccionado a mano, usualmente fermentados en centros de acopio, secado al sol, buen perfil sensorial (a menudo variedades criollas o trinitarias) y una buena historia de procedencia.</p>	<p>Precio según el mercado de futuros en la bolsa de valores o el diferencial de país + aproximadamente USD \$300 orgánico + USD \$100 a USD \$300 por premium por calidad (\$0.05 - \$0.15 por libra) por tonelada.</p>
<p>Especialidad orgánica</p>	<p>Granos de alta calidad (cero defectos) orgánicos, seleccionados a mano, fermentados centralmente, secados al sol, buen perfil sensorial y una buena historia, además de certificación orgánica.</p>	<p>Los precios oscilarían entre USD \$3,000 y USD \$6,000 por tonelada (\$1.50-\$3.00 por libra), aunque hay granos de cacao de calidad, origen y singularidad excepcionales vendidos en volúmenes muy bajos que alcanzan precios más altos (80).</p>

Los datos presentados en la Tabla 4 provienen del Global Market Report, Cocoa Prices and Sustainability, publicado por Bermúdez et al., 2022 (74). Es relevante enfatizar que estos precios no son los que, típicamente, los productores reciben directamente. En la figura se presenta el precio Franco a Bordo (FOB) que, como se definió anteriormente, es el precio que se le paga al exportador de cacao, o el precio que se paga por un contenedor lleno de cacao listo para ser despachado. Debido a que, muchas veces, los productores venden su producto a un intermediario, exportador o cooperativa y son ellos los que reciben el precio publicado, en definitiva, es menor la cantidad que reciben los productores.

Precio en miles de dólares/Toneladas

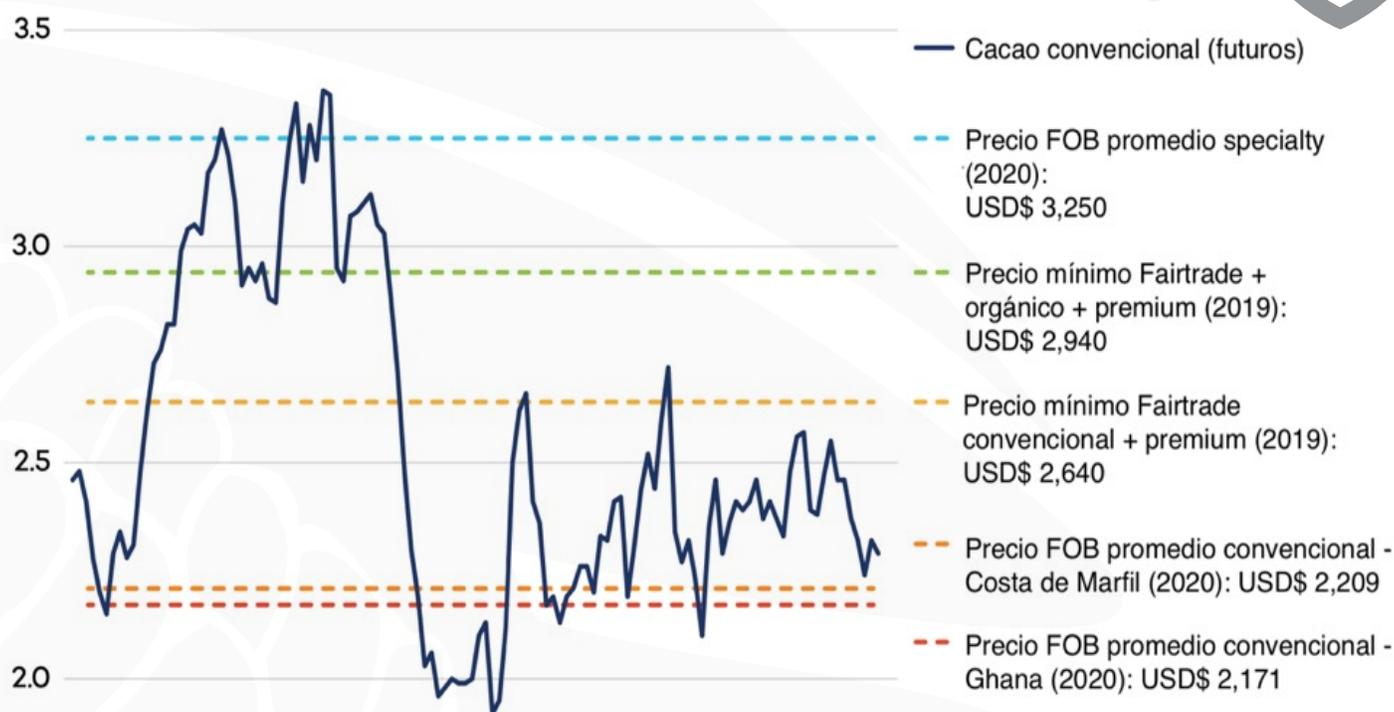


Figura 16. Comparación de precios de cacao convencional, según el mercado de futuros, y cacao de diferentes designaciones con y sin certificaciones. La línea azul sólida muestra el movimiento del precio del cacao en el mercado de futuros. La línea azul entrecortada representa el Precio FOB promedio para cacao de especialidad y equivale a \$1.45/lb. La línea verde entrecortada representa el precio mínimo para cacao certificado como Comercio Justo (“Fair Trade”) y orgánico con una prima de \$1.33/lb. La línea amarilla entrecortada representa el precio mínimo de Comercio Justo (“Fair Trade”) convencional con una prima de \$1.19/lb. Las líneas entrecortadas anaranjadas y rojas representan los precios de cacao convencional procedente de Costa de Marfil y Ghana, respectivamente, que fueron \$1.19/lb y \$0.98/lb, respectivamente, en 2020 (74).

En Costa de Marfil, en el año fiscal 2020-21, el precio de cacao en finca se fijó en \$0.81/lb lo que representó el 73 % del precio diario ICCO. Comparado con el precio FOB para ese año (ver la Figura 16), se observa que los agricultores solo reciben una porción de los precios publicados en el mercado.

Según el Reporte del Mercado Global de Cacao en 2022, publicado por Gaia Cacao en colaboración con el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés), la estructura de precios que reciben los agricultores ha fluctuado a través del tiempo (1). Durante el periodo de 2000 a 2015, los productores ghaneses recibieron en promedio 57 % del precio diario establecido por la ICCO. En el año fiscal 2019-20 fue el

61 % del precio diario de la ICCO, el 76 % en el año fiscal 2020-21 y (según los estimados preliminares) el 73 % en el año fiscal 2021-22. Los agricultores de Costa de Marfil recibieron en promedio el 51 % del precio diario de la ICCO entre 2000 y 2015. En República Dominicana, durante los últimos cinco años, los agricultores han recibido sistemáticamente entre el 80 y el 85 % del precio diario de la ICCO, un incremento del 57 % del que solía ser antes de 2009 (81). Para colocar estos precios en el contexto de Puerto Rico, al momento de publicar este informe, se reporta localmente un precio en finca de USD \$5.45 por libra de cacao seco y fermentado, lo que representa una cantidad de más de hasta tres veces sobre el precio diario de la ICCO.





Capítulo 5: El mercado de cacao de especialidad: tendencias y rentabilidad



La creciente demanda de chocolate de alta calidad ha provocado un resurgir en el mercado del cacao premium. En los últimos 15 años (48), un gran número de los principales fabricantes de chocolate han añadido a su oferta productos de chocolate de primera. Para estos productos de más alta calidad, los fabricantes requieren cacao de orígenes específicos y un perfil único en sus recetas para lograr el sabor o color distintivo deseado.

Por otro lado, también han surgido muchas marcas de chocolate artesanal, o “craft chocolate makers”, lo que ha generado una mayor demanda de este tipo de cacao (82). El progresivo éxito y demanda por el cacao de especialidad tiene el potencial de generar un impacto positivo directo en la sostenibilidad del sector cacaotero, a través de un precio significativamente más alto para los productores.

Cabe señalar que el desarrollo del mercado de cacao fino de aroma está estrechamente relacionado con el surgimiento de una nueva tendencia entre los consumidores hacia un cacao de alta calidad, libre de defectos y de alta trazabilidad. Son numerosas las tendencias y altas las expectativas de comercialización en mercados nichos. Con el incremento en la demanda de chocolate premium y de origen único, los consumidores quieren saber de dónde viene y quién produce el cacao del que está hecho su chocolate.

Al ser el mercado de cacao especial uno de nichos y altamente especializado, se ha hecho necesaria la participación de intermediarios que logren establecer una relación directa entre los productores de cacao especial y los chocolateros que lo demandan. Esta labor de procurar este tipo de cacao, realizada, muchas veces, por los intermediarios, requiere conocimientos especializados y técnicos sobre el cacao, la habilidad de visitar directamente a los productores, realizar el mercadeo de estos cacaos especiales, contando su historia y elementos diferenciadores; garantizar la transparencia y trazabilidad de lo que ofertan, y negociar el precio final. El rol de los intermediarios también se ha hecho necesario, ya que logran comprar mayores cantidades, comparado con lo que pueda necesitar un solo chocolatero, y así poder ofrecer una oferta de compra más atractiva para un productor o asociación de productores (o viceversa). De esta manera,

los intermediarios viabilizan el intercambio a pequeña escala que caracteriza este mercado de nichos.

El mercado de cacao especial es un nicho con potencial de generar mayor rentabilidad en comparación con el cacao convencional. Sin embargo, las barreras de entrada, la falta de información precisa del volumen que representa este mercado, el acceso limitado a los compradores y la incertidumbre del precio a recibir luego del esfuerzo realizado para producir un cacao de calidad especial limitan el crecimiento de este subsegmento. Es por esto que, a pesar de la actual tendencia de creciente demanda, el cacao de especialidad sigue siendo un mercado de volúmenes muy reducidos, selectivo y altamente especializado (1,74). Según se ha documentado en la investigación realizada para este informe, los principales compradores de volúmenes de cacao especial señalan que este es un mercado altamente saturado (comunicaciones personales). Es decir, hay más cacao de especialidad disponible que el que se está procurando por los chocolateros.

La barrera de entrada al mercado de cacao especial es muy alta para los pequeños productores, las asociaciones y las cooperativas. La situación que enfrenta la mayoría de los productores de cacao a nivel mundial es que el posible beneficio económico de una prima adicional por un cacao de mayor calidad a veces no equipara con todos los recursos que hay que invertir para cosechar un cacao de esta calidad y que sea aprobado por compradores específicos. Muchas veces, estos costos adicionales no viabilizan la producción para los productores (76,82). En secciones previas de este informe se reporta que los ingresos de los productores de cacao representan solo el 6.6 % del precio total de una barra de chocolate y, muchas veces, esta porción no alcanza el 100 % del precio diario establecido para cacao por la ICCO (76). A esto se añade que muchos cacaoteros venden su cacao especial certificado a cooperativas y son estas las que reciben la prima y deciden qué hacer con esas primas en beneficio de sus miembros.

Aunque es sumamente escasa la información de trazabilidad de precio para el cacao, la Tabla 5 demuestra una sinopsis de los precios que algunos de los compradores más importantes de cacao especial pagan y

cómo se comparan con los precios de mercado. La información presentada en la Tabla 5 proviene de los datos de transparencia provistos por las diferentes compañías al público general.

Tabla 5.

Precios pagados por cacao no convencional seco y fermentado (83–86). Moneda: dólar estadounidense. El comprador compra el cacao o paga al vendedor; el año en que se realizó la compra; el origen es el país de procedencia del cacao comprado; el volumen representa el total del cacao seco y fermentado comprado; el vendedor es la organización/ compañía a la que se compró ese volumen, NA = no aplica porque se compró directo a los productores; las certificaciones se mencionan si el cacao se produjo bajo un programa de certificación (ND = no disponible porque no se especificó por el precio final).

COMPRADOR	Año	Volumen TM	Vendedor	Origen	Certificación	Precio Promedio Global Lb.	Precio Pagado a Agri. Lb*	Precio Final Pagado por Lb.	Dif. Precio Global v.s. Pagado a agricultor
TO'AK	2019		NA	ECUADOR	ND	\$1.07	\$10.00	NA	\$8.93
TO'AK	2019	2.3	NA	ECUADOR	ND	\$1.06	\$5.00	NA	\$3.94
TO'AK	2019		NA	ECUADOR	ND	\$1.06	\$4.00	NA	\$2.94
DANDELION	2020	67.1	NA	TODOS LOS ORIGENES	ND	\$1.08	\$3.16	NA	\$2.08
DANDELION	2020	37.4	AGROARRIBA	ECUADOR, CAMINO V.	ND	\$1.08	\$3.12	NA	\$2.04
DANDELION	2020	9.8	REGAL PLANTATIONS	INDIA	ND	\$1.08	\$3.18	NA	\$2.10
DANDELION	2020	6.0	KOKOA KAMILI	TANZANIA	ND	\$1.08	\$3.01	NA	\$1.94
DANDELION	2020	9.0	COSTA ESMERALDAS	ECUADOR, COSTA E.	ND	\$1.08	\$3.71	NA	\$2.64
DANDELION	2020	5.0	CACAO DEL BOSQUE	REP. DOM.	ND	\$1.08	\$2.61	NA	\$1.54
UNCOMMON	2021	314	NA	TODOS LOS ORIGENES	NA	\$1.06	\$1.18	\$2.07	\$0.12
TAZA	2022	60	ABOCFA	GHANA	Orgánica	\$1.07	\$0.80	\$1.56	-\$0.27
TAZA	2022	75	PISA	HAITI	Orgánica	\$1.07	\$0.90	\$1.56	-\$0.16
TAZA	2022	100	OKO CARIBE	REP. DOM.	Orgánica	\$1.07	\$1.05	\$1.45	-\$0.02
TAZA	2022	50	FINCA ELVESIA (RIZEK)	REP. DOM.	Orgánica	\$1.07	\$1.36	\$1.45	\$0.29
ASKINOISE	2022	ND	ND	ECUADOR	ND	\$1.07	\$1.95	ND	\$0.88
ASKINOISE	2022	ND	ND	ECUADOR, ZAMORA	ND	\$1.07	\$3.05	ND	\$1.99
ASKINOISE	2022	ND	ND	FILIPINAS	ND	\$1.07	\$1.59	ND	\$0.52
ASKINOISE	2022	ND	ND	TANZANIA	ND	\$1.07	\$1.59	ND	\$0.52
TONY'S CHOCOLONELY	2022	14,000	ND	GHANA	FAIRTRADE	\$1.07	\$0.98	ND	-\$0.09
TONY'S CHOCOLONELY	2022		ND	COSTA DE MARFÍL	FAIRTRADE	\$1.07	\$1.02	ND	-\$0.05

Retos para el mercado de cacao de especialidad

El espacio del cacao especial, fino y de aroma dentro del mercado global del cacao es pequeño, competitivo y de nichos. Según las cifras presentadas por la ICCO (2015), de los 4.5 millones de toneladas métricas de producción de cacao, solo 230,000 toneladas de cacao en grano en todo el mundo pueden considerarse especiales y 12,000 toneladas métricas son ultrapremiums. Sin embargo, el mercado está saturado de ofertas de cacao especial donde, cada vez, es más difícil lograr diferenciar el cacao ofertado (Meridian Cacao, Cacao Servicios durante entrevistas para este informe). Para los productores, esto significa que un cacao de calidad y perfil sensorial superior ya no es una garantía de precios altos. Hoy día, la cantidad de potenciales compradores, sus exigencias y el volumen reducido que típicamente compran, hace cada vez más difícil que un mayor número de productores de cacao se beneficien de primas elevadas. Cada vez es más el cacao con características de cacao especial que se termina vendiendo al precio convencional por falta de compradores (1,76).

Las estrategias de mercadeo de las grandes empresas están cada vez más enfocadas en la diferenciación de sus productos de los demás en el mercado. Muchas veces, se utilizan estrategias de mercadeo donde se comunica la compra directa a productores, a precio justo y de fincas en donde se implementan prácticas de cultivo ecoamigables. A su vez, las expectativas de los consumidores y las cada vez más exigentes normativas

con respecto a la sostenibilidad, el trabajo infantil y el impacto social, acercan aún más el cacao convencional a los niveles de exigencia del cacao especial. En este contexto, el mercado de cacao especial se hace cada vez más competitivo y los atributos que distinguen a un cacao especial se hacen cada vez menos únicos, moviéndolo más hacia lo convencional.

Entre las estrategias de diferenciación que pueden aplicar los manufactureros están las certificaciones o las afiliaciones voluntarias a estándares de sostenibilidad. Sin embargo, en el panorama de marcas y productos, hay entidades que deciden incluir afirmaciones no verificables entre los materiales de empaque y publicidad de sus productos. (82). Este tipo de práctica ha causado que, en la actualidad, muchos de los estándares voluntarios de sostenibilidad se hayan generalizado en la industria. Es por esto por lo que el chocolate de especialidad enfrenta el reto de tener que probar que cualquier afirmación que se haga sobre la sostenibilidad, el beneficio a los productores y demás está basada en evidencia. Esto, además de encontrarse en la obligación de evidenciar que su ética y propuesta de valor es, al menos, equivalente o incluso superior a la de los fabricantes de chocolate industrial. Es precisamente en esta encrucijada de exigencias en los procesos de producción que Puerto Rico ofrece mayores posibilidades de competitividad comercial en el mercado de cacao especial.

Capítulo 6: Producción de cacao en Puerto Rico, perfil de los productores y prácticas predominantes

Introducción

En esta sección, se describe el estado actual del sector cacaoero de Puerto Rico. La información para este análisis resulta de los datos provistos por 57 productores y 9 compradores locales. La recolección de datos se suscribe a la producción de la cosecha correspondiente a 2022.

Los nueve compradores entrevistados fueron: **Cortés Hermanos, Bajarí Chocolate, Puerto Rico Bean to Bar, Cacao 360, Loiza Dark, Jean Marie Chocolat, Forgotten Forest, Montadero Chocolates, y Arabuko Kai**, quienes accedieron a que sus nombres fueran divulgados.

Producción

Los datos de producción utilizados para este análisis provienen de agricultores encuestados cuyas siembras de cacao son mayores a 1 cuerda (cd) de árboles de cacao. Se excluyeron de esta representación datos provenientes de fincas de menos de 1 cuerda (cd), ya que la cantidad de producción es minúscula y produce error de extrapolación en los datos. Aún con esta determinación, se ha captado lo que entendemos como una justa representatividad del sector, según detallado en la sección de Metodología de este informe.

De acuerdo con los datos recolectados, el total de la cosecha recogida en 2022 por los cacaoeros entrevistados fue de 44,092 libras de cacao seco y fermentado, y el total del cacao adquirido en el 2022 por los principales compradores fue de 49,932 libras de cacao local seco y fermentado. Comparando la cosecha adquirida por los compradores principales y la cosecha producida por los cacaoeros locales, hay aproximadamente 5,800 libras de cacao no contabilizadas dentro de este informe. Con el promedio de producción calculado para Puerto Rico de 345 libras de cacao seco y fermentado producido por cuerda, se estima que faltarían de incluir en este análisis unas 17 cuerdas en producción para lograr abarcar la totalidad de la cosecha 2022.

En este punto, cabe destacar que no todo el cacao en Puerto Rico se comercializa seco y fermentado, sino que un porcentaje significativo de la producción se está vendiendo en estado de mazorca. Para los datos de producción provistos en número de mazorcas, se utilizó

el índice de mazorca promedio de los clones TARS (12 mazorcas para una libra de cacao), ya que son los únicos datos robustos y científicos aplicables a Puerto Rico sobre las variedades actualmente sembradas. La totalidad de mazorcas de todas las fincas se dividió por el índice para estimar las libras producidas (por ejemplo, 77,362 mazorcas/ 12 mazorcas para una libra de cacao seco y fermentado).

Aunque el estudio contó con más de un 65 % de participación del total de los agricultores contactados, hubo productores que no lograron completar el proceso de encuesta o no estaban disponibles para ello. Actualmente, el cacao que se exporta de Puerto Rico no representa una cantidad significativa. Las exportaciones son realizadas por cacaoeros individuales, no por compradores establecidos para luego ser exportada bajo marcas específicas. Aunque una porción del cacao cosechado puede haberse utilizado para consumo propio por los productores, fuese para producción de plántulas o que se exportó de manera individual, la totalidad del cacao adquirido por los principales compradores locales en 2022 representó la mayoría del cacao producido en ese año. No obstante, se reitera que los datos corresponden a una población de productores y que no se logró entrevistar al sector en su totalidad. Aunque siempre hay un nivel de error en los datos, estos dan un alto grado de confianza para el análisis efectuado, por lo que los resultados a continuación son representativos de la industria cacaoera en Puerto Rico a la fecha del reporte.



Figura 17. Datos de representatividad del informe.

Perfil de los cacaoteros

La edad promedio entre los cacaoteros entrevistados es de 53 años, a tono con la edad promedio del resto de los agricultores y Puerto Rico, y con cacaoteros en otras partes del mundo. El 84 % de los encuestados se identifican como hombres, mientras que el 16 % se identifican como mujeres.

En términos de dependencia económica en el cultivo, el 90 % de los encuestados indicó que solo del 0 al 10 % de sus ingresos provienen de la venta de cacao. La mayoría de los productores dependen de otras fuentes de ingreso para su subsistencia. Ningún cacaotero mencionó estar asociado con alguna cooperativa, grupo, o asociación de cacaoteros, sino que se consideran cacaoteros independientes.

Ninguno de los productores encuestados reportó que sus fincas estuvieran certificadas como orgánicas o Comercio Justo. Sin embargo, uno de los encuestados reportó que su finca está clasificada como Servidumbre de Conservación por la organización Para la Naturaleza, una entidad sin fines de lucro basada en Puerto Rico, que integra a la sociedad en la conservación de sus ecosistemas naturales.

Para identificar en qué regiones se ha concentrado el establecimiento de los cacaotales, los datos se segmentan según las regiones agrícolas establecidas por el Departamento de Agricultura de Puerto Rico (88). La región agrícola de Mayagüez, compuesta por los municipios de Isabela, Aguadilla, Moca, Aguada, Rincón Añasco y Mayagüez, es donde se concentra el

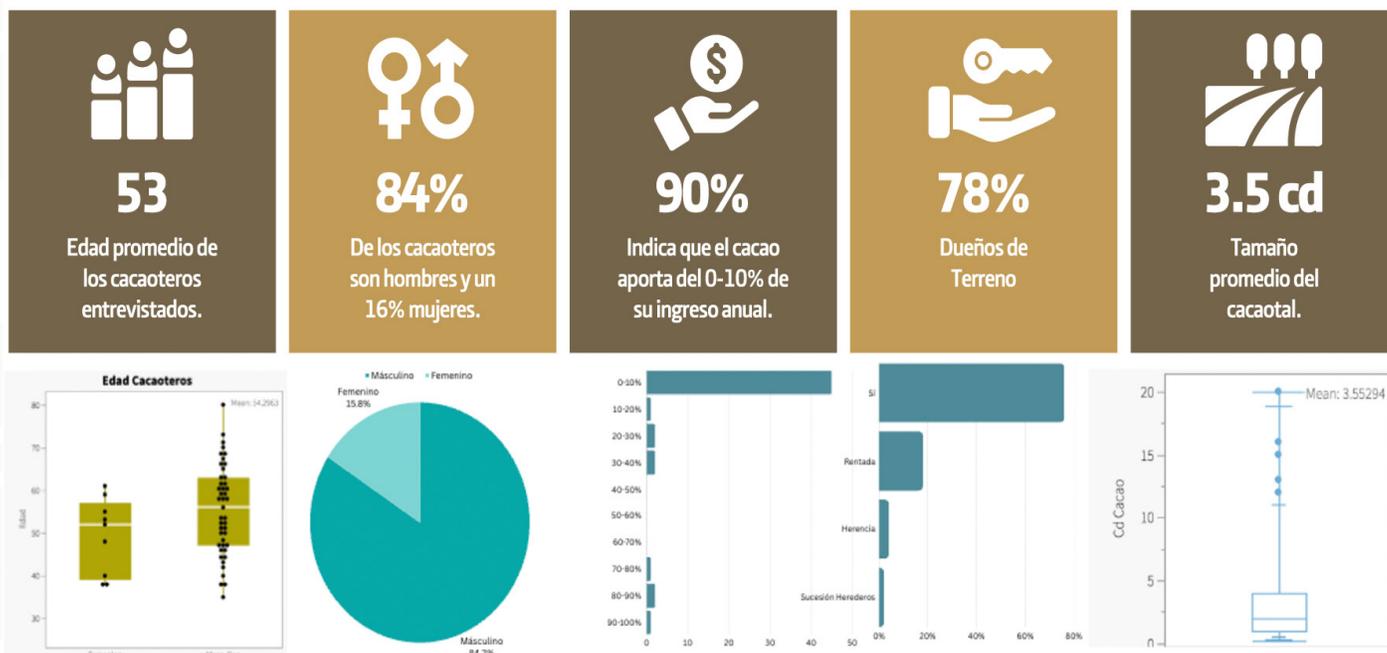


Figura 18. Perfil de productores entrevistado.

Al ser el cacao un cultivo de reciente producción comercial en Puerto Rico (87), no sorprende que las fincas encuestadas tienen entre 4 a 10 años de establecidas, con el 50 % de ellas establecidas a partir del 2017 (Figura 18 y Tabla 6). El promedio de terreno sembrado en cacao es de 3.5 cuerdas por finca, según reportado por los participantes. Entre los encuestados, el 78 % indicó ser dueño del terreno donde siembra cacao.

40 % de los cacaotales incluidos en el estudio. En la región de Mayagüez se reportaron 116.5 cuerdas de cacao establecidas en 23 fincas. La información de todas las regiones se puede ver en la Tabla 6. En total, se reportaron unas 230 cuerdas de cacao sembradas en las 57 fincas encuestadas. A la fecha del estudio, no todas las cuerdas tenían árboles de cacao en producción.

Clones de cacao en fincas cacaoteras de Puerto Rico

Para establecer un cultivo de cacao rentable —en el que los gastos incurridos en su establecimiento puedan ser cubiertos por las ganancias obtenidas a través de un buen rendimiento— es vital usar material genético de alta calidad. Se definen como materiales genéticos de alta calidad aquellos que han sido validados por instituciones científicas y para los que se tienen años de datos que atestatan sus requisitos nutricionales, climáticos y de manejo, además de su rendimiento y características del fruto. En ocasiones, la decisión de utilizar material genético de alta calidad puede ser el factor determinante en el éxito o fracaso de una plantación. En el caso del cacao, los materiales genéticos estudiados y propagados por medios vegetativos que mantienen su identidad genética se denominan “clones”. Estos materiales genéticos se seleccionan por características específicas como su productividad o rendimiento anual, tamaño de grano, tamaño de fruto, color de grano, tolerancia a enfermedades o condiciones extremas y características sensoriales, entre otras. Por ello, es fundamental conocer las características sobresalientes de los clones de interés antes de sembrarlos.

En Puerto Rico, la Estación Experimental de Agricultura Tropical en Mayagüez, TARS, ha estado recibiendo material genético de cacao para su evaluación desde el 1939 y, actualmente, cuenta con 211 variedades de cacao (doctor Brian Irish, comunicación personal). En el año 2009, luego de ocho años evaluando el rendimiento de diversos clones en diferentes localizaciones (Corozal, Gurabo, Yabucoa), la TARS realizó una selección de nueve clones superiores (31,35,89,90). Esta selección se llamó la Serie TARS y dio paso para el catálogo de clones de cacao recomendados para Puerto Rico, para los que se detalla la información de producción para cada clon, clave para una buena selección de clones para la finca (35,91). Entre la información fundamental para tomar decisiones acertadas de selección de material para la siembra están el índice de mazorca, el índice de grano, el rendimiento, las tolerancias de temperatura y la compatibilidad con otros cultivos. Toda esta información

está disponible en el catálogo de clones de cacao de la Serie TARS.

Actualmente, la TARS continúa con su investigación de variedades promisorias y espera poder agregar más clones a la lista de los recomendados (doctor Ricardo Goenaga, comunicación personal). Además de los clones TARS, los agricultores entrevistados para este informe reportan usar diversos materiales genéticos para establecer sus plantaciones. Entre los mencionados por los entrevistados se encuentran las variedades propagadas por JeanMarie Chocolat que comienzan con la serie “JM”, criollos ancestrales y propagación por semilla.

La Tabla 7 detalla el rendimiento de los clones científicamente recomendados para Puerto Rico por diversos estudios de la TARS (92). Estos clones se seleccionaron luego de varios años de estudios en los que se evaluó el potencial de rendimiento de 1,320 árboles que representaron cinco familias de cacao entrecruzadas por 8 años en dos de las localidades y por 4 años en otra (35,91). Estos datos son cruciales para el establecimiento efectivo de un cacaotal, pues proveen información crítica de producción y posible rentabilidad. La primera columna identifica la variedad. La columna de compatibilidad provee información de compatibilidad sexual, según disponible para cada variedad. El número de mazorcas por año identifica cuántas mazorcas produce esa variedad por año, seguido por el número de semillas que típicamente se encuentran cuando se abre la mazorca y el peso promedio de esa mazorca. El índice de mazorca se refiere a la cantidad de mazorcas de una variedad en particular que es necesaria para tener un kilogramo (kg) de cacao seco y fermentado. La columna de libras de cacao seco y fermentado por cuerda por año es calculada a base de los datos provistos por cada variedad. Por otro lado, las columnas en azul proveen información promedio de producción por cada árbol de esa variedad, es decir, cuántas libras de cacao seco y fermentado. Por ejemplo, TARS 27 tiene un potencial de producir 4.19 lbs (o 1.90 kgs) de cacao seco y fermentado por año.

INFORMACIÓN DE CATÁLOGO DE CLONES RECOMENDADOS PARA PUERTO RICO DEL USDA							CALCULADO SEGÚN DENSIDAD DE SIEMBRA DE LOTE EXPERIMENTAL				
VARIEDAD	Compatibilidad	# Maz/Árbol/año	Sem/Maz	Peso/Maz (lb)	Índice de Mazorca kg	Ib/Cuerda/año	Arb./Cda*	Índice de Mazorca Ib**	Ib/cuerda/árbol/año***	kg/cuerda/árbol/año****	
TARS 27	AC	57	41.7	0.68	29.3	2,560	611	13	4.19	1.9	
SPA 10	D	45.8	38.3	0.62	24.6	2,455		11	4.02	1.83	
TARS 30	D	45.4		1.04	26.1	2,297		12	3.76	1.71	
RIM 52	AI	26.3	37	1.25	18.1	1,927		8	3.15	1.43	
TARS 23	D	24.3	41.4	1.21	17	1,888		8	3.09	1.4	
TARS 14	AI	47.9	37.7	0.81	36.2	1,742		16	2.85	1.3	
TARS 9	AC	31.4	31.9	0.62	26.8	1,544		12	2.53	1.15	
TARS 34	D	26.4	35.8	0.68	27.2	1,280		12	2.09	0.95	
COLORADO	AI	24.7	35.5	0.97	35.5	924		16	1.51	0.69	
ICS 45	D	11.8	33.4	0.92	25.7	607		12	0.99	0.45	
AMELONADO	AC	19.1	38.7	0.77	25.1	400		11	0,65	0.3	
AVG. TOTAL =		32.7	37.1	0.9	26.5	1602.2			13	2.62	1.09
AVG. TOP 5 =		39.8	39.6	1	23	2225.4			10	3.6	1.7

Tabla 7. Tabla de rendimientos de los clones TARS, información proviene del Catálogo de Clones (92). La columna de color ocre presenta datos calculados a base de una densidad de siembra de 611 árboles por cuerda. AC = Autocompatible, D = Desconocido, AI = Autoincompatible.

Densidad de siembra

La distancia entre árboles es un factor que influye en el desarrollo y establecimiento de los árboles, afecta el proceso de cosecha y el mantenimiento que se pueda dar al predio. En el caso del cacao, los factores a considerar en la planificación de un predio son sombra, densidades, cultivos aledaños, y disponibilidad de agua y sombra, entre otros. El número de árboles sembrados en una unidad de área se conoce como “densidad de siembra”. En la mayoría de los países, la densidad de siembra para árboles de cacao promedia 400 a 500 árboles por cuerda con un mínimo de unos 250 árboles por cuerda (54,93–95). No obstante, hay sistemas intensivos que siembran los cacaotales a mayores densidades, algunas de hasta más de 1,000 árboles por cuerda. Sin embargo,

las densidades óptimas de siembra dependerán de los recursos disponibles para insumos, mano de obra, las variedades sembradas y el microclima de la zona (93,96).

Entre los agricultores entrevistados para este informe, la densidad de siembra más comúnmente reportada fue de 600 a 650 árboles por cuerda, con un diseño de siembra de 8’ entre árboles (también descrito como siembra 8’ x 8’), algunos con espacio para pasillos u otros cultivos. Un gran número de los encuestados, cuyos cacaotales tienen más de 5 años establecidos, indicaron haber comenzado con densidades de 7’ x 7’ y 8’ x 8’, pero, con el tiempo, han notado que estas densidades se convirtieron en unas muy onerosas para mantener, requiriendo constante poda y controles de fitosanidad para mantener las siembras en orden y accesibles.

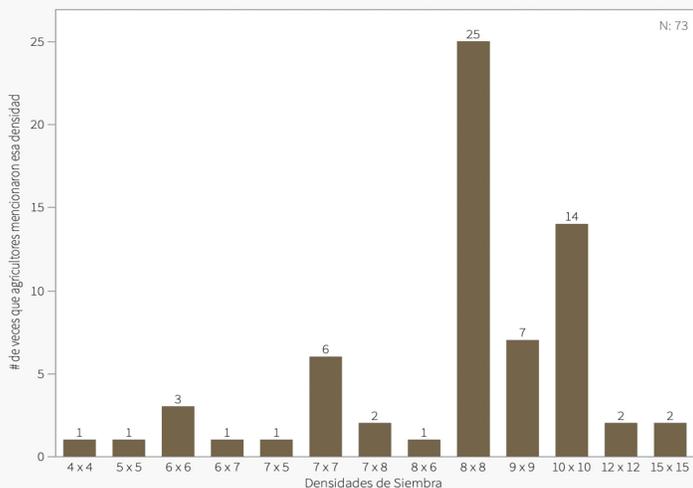


Figura 22. Densidades de siembra reportadas por los agricultores encuestados. Un agricultor puede haber reportado varias densidades de siembra en una misma plantación.

Estas observaciones están alineadas con los datos que hay en la literatura. Los ecólogos forestales, agrónomos y agroecólogos han estudiado ampliamente la densidad de siembra que maximiza la producción por área, y concluyen que, a medida que se incrementa la densidad y disminuye el espacio entre árboles, la competencia entre árboles incrementa, reduciendo la producción por árbol, pero incrementando la productividad por unidad de área (23). Si la densidad de siembra sigue incrementando, la productividad por unidad de área puede converger a un valor máximo o reducir por efecto de competencia excesiva entre plantas (97–101).

Manejo de cacaotales (poda, abonamiento y riego)

• Poda

A medida que los árboles de cacao van creciendo, se debe establecer un plan de poda para controlar tanto la altura de los árboles como la estructura de su copa para agilizar el mantenimiento y la cosecha, y mantener un ambiente no propicio para las plagas (102). La poda también aumenta la productividad de un árbol, al permitir que se optimice la estructura de su copa, mejorar la actividad fotosintética, facilitar la polinización de las flores y reforzar la formación de nuevo material vegetativo (81,103). La poda es una medida importante para controlar las enfermedades del cacao, plagas e

insectos, ya que da apertura al flujo de aire y luz. En Puerto Rico, los productores encuestados reportan realizar podas a sus árboles de cacao una vez al año.

• Riego

Para el cacao, lo más recomendable es la distribución de periodos de irrigación a través del año para así mantener humedad en el suelo, sin arriesgar que se irrigue en exceso. Más de 98 pulgadas de riego o precipitación requerirá el diseño de canales para prevenir el estancamiento. Rara vez se aplica el riego, pero puede llevarse a cabo en países con una estación seca (precipitaciones inferiores a 4 pulgadas/mes) para evitar el estrés por sequía para los árboles de cacao (38,49). La mayoría (96 %) de los cacaotales evaluados como parte del estudio no tienen sistemas de riego instalados. Existen fuentes de información que utilizan datos históricos para generar tendencias pluviales a diferentes puntos geográficos. Utilizando las tendencias pluviales de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) (104), se presentan tendencias pluviales para las diferentes regiones agrícolas de Puerto Rico entre los años 1991 y 2020 (Figura 23).

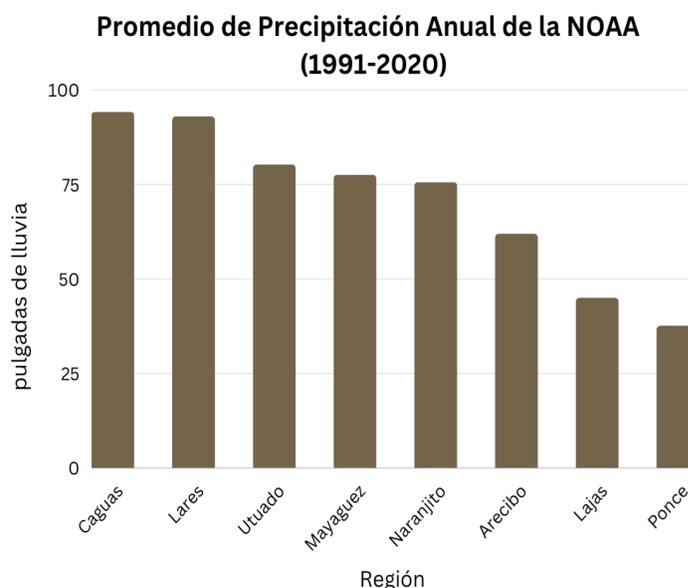


Figura 23. Datos pluviales en pulgadas para pueblos en diferentes regiones agrícolas de Puerto Rico. Los datos son promedios para cada pueblo (104).

Según los datos pluviales, se pudiera inferir que la gran parte de las regiones agrícolas en Puerto Rico cuentan con suficiente precipitación para sostener una producción de cacao. Según los datos de la NOAA, en promedio, los municipios del sur y suroeste como Lajas y Ponce no acumulan suficientes pulgadas pluviales anualmente para sostener de manera saludable una plantación de cacao. Por estas tendencias, podría haber que regar para esas zonas en suplementar la falta de humedad requerida para el cacao.

Cuando se observan los patrones mensuales de lluvias asociados a esas cantidades totales de precipitación anual (Figura 24), se ve que es necesario el manejo específico de las condiciones de humedad. Aunque el cacao puede tolerar algunos meses con pocas pulgadas de lluvia, hay zonas geográficas en Puerto Rico donde las sequías o el exceso de precipitación afectarían severamente el establecimiento y la futura producción del cacao. Estos patrones de lluvia y la precipitación anual serán afectados por los efectos del cambio climático donde, cada vez más, serán impredecibles y extremos los cambios en patrones atmosféricos (105).

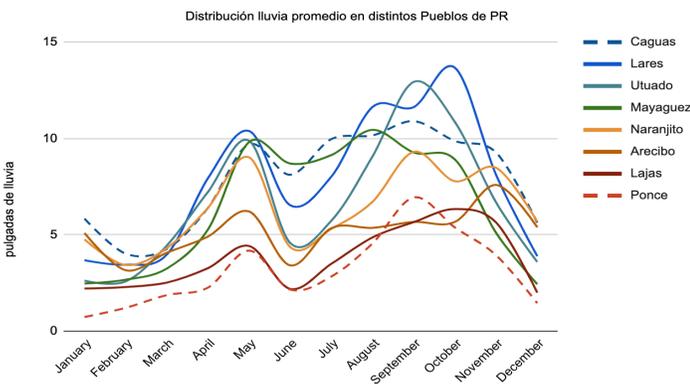


Figura 24. Distribución de lluvia por mes en pueblos representativos de las diferentes regiones agrícolas de Puerto Rico (104).

• Abonamiento

A nivel mundial, los déficits de nutrición del suelo son un obstáculo crítico para la productividad del cacao (57). El cacao responde bien al abonamiento. Se recomienda abonar 4 veces al año, especialmente en plantaciones donde el material vegetal cosechado (las

mazorcas) o podado no se deja en el campo para que se descomponga (106–108). En Puerto Rico, como muchos cacaoteros venden sus cosechas en mazorcas, no tienen la posibilidad de retornar este material vegetativo a sus siembras, lo que representa una pérdida significativa de nutrientes como el potasio. Entre los cacaoteros encuestados para este estudio, un 67 % indicó que llevan a cabo prácticas de abonamiento en sus fincas solo una vez al año (Figura 25).

Es clave entender lo que esta pérdida de nutrientes representa para la siembra y qué métodos alternos se pueden aplicar para retornar esos nutrientes al suelo. El retorno de nutrientes al suelo ya sea por enmiendas, como la composta o abonos orgánicos o químicos, es crucial para mantener una producción fructífera. La fertilización adecuada de un cacaotal prolonga la vida productiva de los árboles y es imprescindible para elevar y sostener los rendimientos del cacao. Por cada 2,200 libras de granos de cacao secos, se retiran del suelo alrededor de unas 44 libras de nitrógeno, 9 libras de fósforo y 22 libras de potasio (57,109–112). Si además, se retiran las mazorcas del campo, la cantidad de potasio eliminado aumenta significativamente.

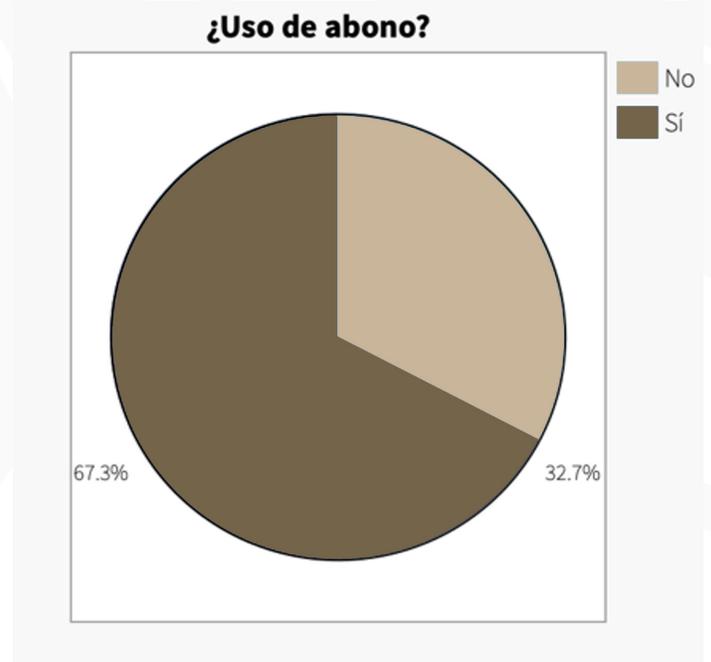


Figura 25. Porcentaje de productores que indican que usan abono en sus cacaotales.

Producción promedio

Una vez establecidos, los árboles de cacao tardan aproximadamente de 3 a 5 años hasta dar sus primeros frutos y pueden ser productivos por hasta más de 100 años. No obstante, la producción del cacao comienza a disminuir significativamente a partir de los 35 a 40 años. Se puede dividir el desarrollo del ciclo de vida de un árbol de cacao en 4 etapas (Figura 26):

- Siembra en campo y formación, entre los 2 y los 4 años
- Inicio de producción de frutos, entre los 5 y los 9 años
- Estabilización de la producción, entre los 9 y los 12 años
- Reducción en productividad, a partir de los 12 a los 15 años

Al cacao ser un cultivo generalmente incipiente para la producción comercial en Puerto Rico, no existen datos cuantiosos que describan las categorías de productividad por edad del cacaotal. Para este informe, se analizaron los datos de productividad de los cacaoteros entrevistados (Figura 27). Aunque se reportan puntos extremos en varias direcciones del axis, los datos promedios reportados son comparables con los datos de productividad a nivel global (109,114). En general, los datos de productividad de los cacaotales evaluados en Puerto Rico son de 384 libras de cacao seco y fermentado por cuerda, por año, con el mayor rendimiento reportado siendo de 800 libras por cuerda y el menor rendimiento reportado por los encuestados de 200 libras de cacao seco y fermentado por cuerda por año. Los valores de productividad observados para cacaotales en Puerto Rico son comparables con el rendimiento promedio a nivel internacional. Tanto en Puerto Rico como a nivel global, los promedios están en el lado bajo del potencial productivo del cultivo (113,115).

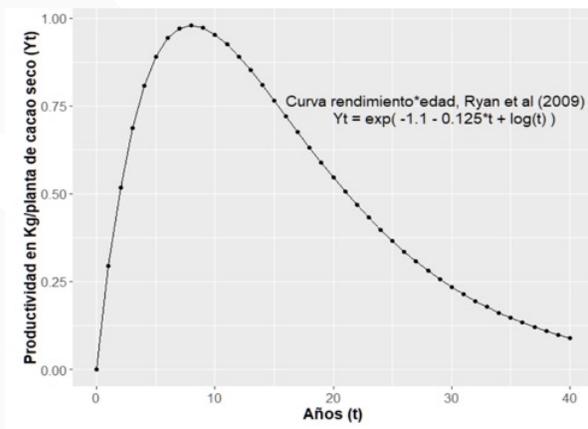


Figura 26. Ciclo de vida productivo de un cacaotal (113).

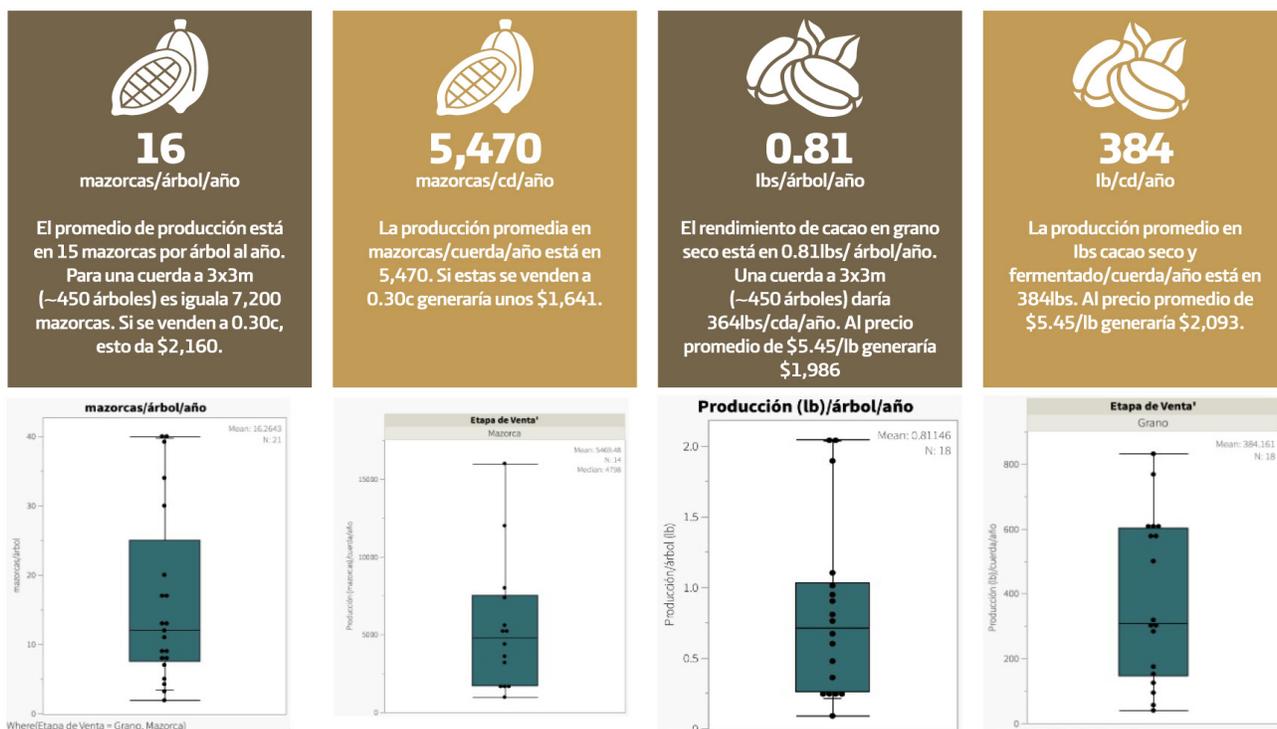


Figura 27. Resumen de datos de producción en cacaotales evaluados en Puerto Rico para el 2022.



Figura 28. Rendimientos de cacao entre 1961 y 2021 (116).

Ingresos y rentabilidad

La industria del cacao en Puerto Rico enfrenta retos similares a la del café. Entre ellos está el factor de que el cacao, al igual que el café, es un producto agrícola que se mercadea como materia prima (“commodity”) y su precio se fija en las bolsas de valores internacionales (ver Capítulo 2). Aunque para estos productos existe un nicho en el mercado donde se compite por calidad y no por cantidad, otros países tienen una ventaja competitiva en términos de los costos de producción y mano de obra. Sin embargo, en contraste con el café puertorriqueño, no existen medidas de proteccionismo hacia el cacao local. Es decir, no hay leyes que estipulen los precios mínimos que se deben pagar por las cosechas.

El cacao se mercadea en distintas etapas de cosecha: **en mazorca, en baba, o seco y fermentado.**

El cacao en mazorca se mercadea justo luego de haber sido cosechado. El cacao en baba se mercadea luego de que se desprenden los granos de la mazorca. Estos granos se venden recubiertos en una pulpa mucilaginosa que, coloquialmente, se conoce como “baba”. El cacao seco y fermentado se mercadea luego de que los granos de cacao han pasado por un proceso de fermentación y secado. Consecuentemente, cada una de estas etapas de mercadeo añade valor al producto, por lo que los precios incrementan, a medida que se progresa en las etapas de procesamiento.

Para identificar los precios a los cuales se compra el cacao en Puerto Rico en sus diferentes etapas de cosecha, se entrevistaron a 9 compradores locales que representan la gran mayoría de los compradores locales al momento. A todos se les preguntó sobre precios de compra, requisitos de calidad y cantidades compradas, entre otros aspectos. El instrumento utilizado para realizar estas entrevistas se incluye en el Anejo IV. Los precios del mercado local se resumen en la Figura # 29. En resumen, en este estudio se identificaron compradores que pagan unos \$0.35 por libra de mazorcas, otros que pagan \$0.30 por unidad de mazorca y un comprador que paga \$4.25 por libra de cacao seco y fermentado. Solo un comprador indicó pagar de \$0.50 a \$1.00 por unidad de mazorca. Cortés Hermanos, vía Forteza, es el único comprador que está comprando el cacao en baba, y lo compra a un precio de \$5.10. Hay diversidad de compradores para el cacao seco y fermentado, el pago promedio varía desde \$5.45 a \$6.00 por libra.

	 unidad de mazorca	 cacao en baba (lb)	 cacao seco y fermentado (lb)
Etapas de cosecha			
Rango de precio local	\$0.30 - \$1.00	\$5.10	\$5.45 - \$6.00

Figura 29. Rango de precios de compra en Puerto Rico entre compradores entrevistados, según la etapa de cosecha.

Aunque los precios de cacao seco y fermentado en el mercado local son significativamente mayores a los precios del mercado internacional, parecieran no ser suficientes para sufragar los gastos asociados con la producción de cacao en Puerto Rico. La expectativa de ingresos relacionada con el cultivo de cacao ronda entre USD \$10,000.00 a USD \$12,000.00 por cuerda de cacao en venta de mazorcas. Según los datos provistos por los agricultores que participaron de este estudio, el

promedio de ingresos del cacao cosechado en fincas con 4 años o más de establecidas está significativamente por debajo de estas expectativas. Luego de contabilizar los ingresos relacionados con las ventas de cacao y otros ingresos brutos y gastos de mano de obra e insumos,

incrementarán y poder alcanzar las expectativas de generar más de USD \$10,000.00 por cuerda. Entre los encuestados, 46.7 % reportaron estar convencidos de que el cultivo de cacao es rentable. Un 33 % reportó que el cultivo del cacao no

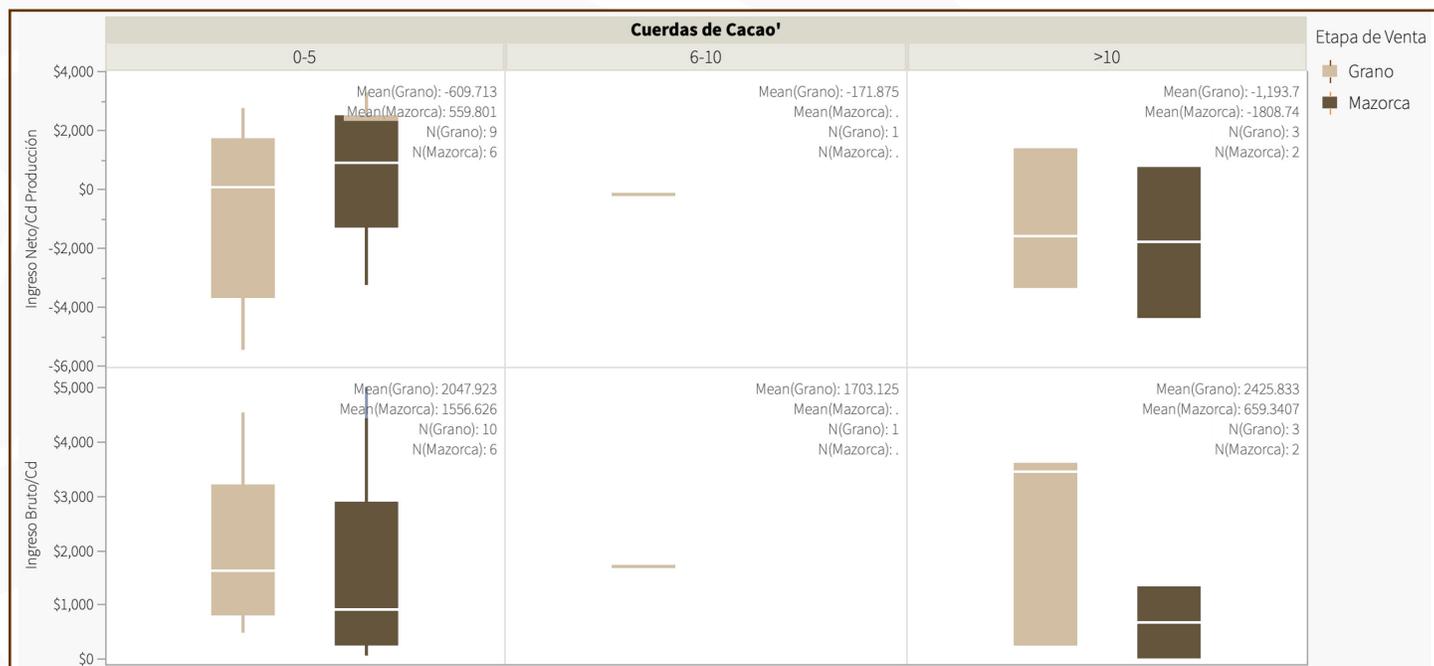


Figura 30. Ingreso bruto e ingreso neto por cuerda para el año 2022 para venta en grano o en mazorcas. Solo siembras con más de 4 años de establecidas y con un área a 0.9 cuerdas o más fueron incluidas en este análisis.

el promedio por cuerda de cacao en mazorca se estima en USD \$560.00 por cuerda en fincas de 0 a 5 cuerdas en 2022. En fincas mayores de 10 cuerdas el ingreso promedio neto estimado es negativo, rondando pérdidas de USD -\$1,809.00 por cuerda en 2022. Para fincas de 0 a 5 cuerdas vendiendo el cacao en grano seco y fermentado, se estimaron pérdidas de USD -\$610.00 en promedio por cuerda en 2022, y para las fincas con más de 10 cuerdas sembradas se estimaron pérdidas de USD -\$1,194.00 por cuerda. No se reportó la venta de cacao en baba entre los agricultores encuestados. Los participantes del estudio identificaron los siguientes factores contribuyentes a estas pérdidas: alto costo de injertos para la siembra, alto costo de mano de obra, producción limitada comparado con los gastos incurridos y la no comercialización de los cultivos asociados con la siembra de cacao. A pesar de estos datos, muchos cacaoteros tienen esperanzas de que sus producciones

es rentable, mientras que el 6.7 % reportó que el cultivo será rentable más adelante.

Una mirada más cercana a los gastos incurridos por los agricultores entrevistados revela que el gasto más significativo entre sus operaciones fueron los gastos en mano de obra. El gasto de mano de obra promedio para los entrevistados fue de USD \$2,589.00 anuales, aunque entre los entrevistados se reportó mucha variación en este costo, pues depende de las horas de desempeño de los empleados. La Figura 31 detalla los gastos en mano de obra reportados por cuerda y se comparan estos gastos con la producción requerida según los precios locales para poder sufragar estos gastos de mano de obra. Usando la cifra promedio de USD \$2,589.00 anuales en gastos de mano de obra, un cacaotero que vende en mazorcas tendría que vender unas 8,630 mazorcas al año a \$0.30 para cubrir esos

gastos. A una densidad de siembra de 450 árboles por cuerda (sembrados a distancia de 10' x 10'), cada árbol tendría que producir al menos 19 mazorcas mercadeables. Para un productor que vende en libras de cacao seco y fermentado a \$5.45 por libra (el precio más común según reportado por los compradores locales), este tendría que producir unas 475 libras de cacao seco al año por cuerda para cubrir el gasto promedio de USD \$2,589.00 anuales. Lamentablemente, las fincas cacaoteras locales, en su mayoría, no están produciendo lo necesario para cubrir los gastos de producción.

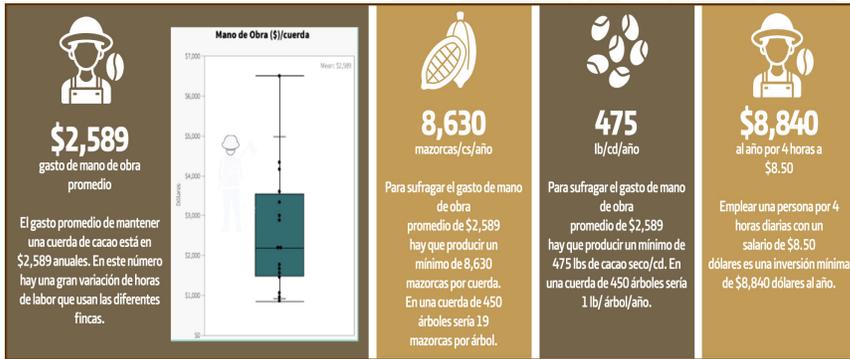


Figura 31. Resumen de modelo teórico de productividad y rentabilidad.

Tendencias en las cosechas

Una vez en su estado productivo, los árboles de cacao demuestran dos temporadas distintivas de cosecha. En Puerto Rico, la mayoría de los cacaoteros entrevistados aún no han podido distinguir comportamientos bimodales en la productividad de sus plantaciones. La razón es que muchos no tienen datos consistentes de sus cosechas. No obstante, los cacaoteros que sí tienen bitácoras de producción constantes han notado que el cacao en Puerto Rico tiene dos épocas marcadas de producción. Es decir, que, aunque el cacao produce mazorcas todo el año, hay dos épocas en donde la tasa de productividad aumenta. La primera cosecha suele tener lugar entre abril y mayo y la segunda época alrededor de septiembre y octubre. A continuación, se presentan dos ejemplos de fincas que tenían datos mensuales de sus producciones (Figura 32).

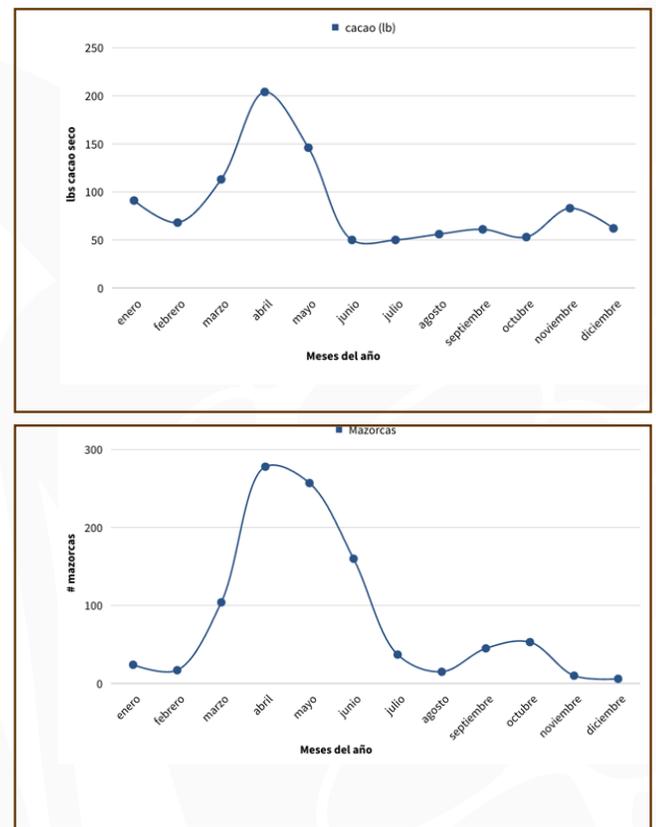


Figura 32. Comportamiento bimodal en la productividad de dos plantaciones de cacao en Puerto Rico, según la información provista por los participantes.

Estas tendencias se alinean con los patrones de lluvias que se reportan en Puerto Rico, tal como se observa en la Figura 24, que demuestra los datos pluviométricos promedio de la NOAA.

En esta figura se puede ver que hay dos picos de las lluvias, comenzando, generalmente, en abril y terminando en mayo, y otro comenzando en agosto hasta octubre o noviembre. El cacao induce floraciones luego de estos periodos de lluvias marcados. A partir de la floración, el fruto está listo para cosecha en unos seis meses, una flor polinizada en la floración de mayo estaría madura para octubre y las flores polinizadas en la floración de septiembre madurarían para marzo.

• Recolección

El 40 % de los cacaoteros entrevistados están cosechando cada 14 o 15 días. Esto coincide con el promedio de días recomendado, pues ayuda a mantener los cacaotales limpios, adelantarse a las plagas como las ratas y tener un programa de trabajo estable. Los retos con cosechar cada 14 días son la cantidad limitada de

mazorcas, si los árboles aún no están en plena producción, y, por consiguiente, el reducido número de libras de cacao en baba que se pueda fermentar. Hay métodos de microfermentación para esa limitada cantidad de cacao, pero, generalmente, se necesita una masa significativa para poder generar suficiente calor en la fermentación.

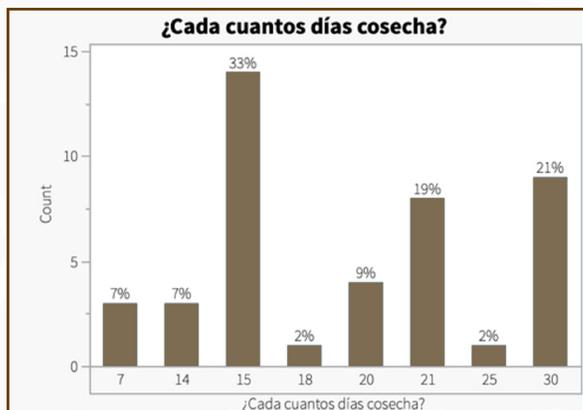


Figura 33. Frecuencia de días entre cosechas para cacaotales evaluados en Puerto Rico.

• Fermentado

La fermentación es un paso fundamental para el desarrollo del sabor y el aroma del chocolate, en especial en el sector de cacao fino y de aroma. Es durante la fermentación que se producen diversas reacciones químicas enzimáticas que conducen al desarrollo de los precursores del sabor del chocolate. El proceso consiste en colocar los granos de cacao en baba en recipientes, normalmente cajas de madera con hojas de plátano, y dejar que experimenten una fermentación espontánea liderada por microbios presentes en los granos.

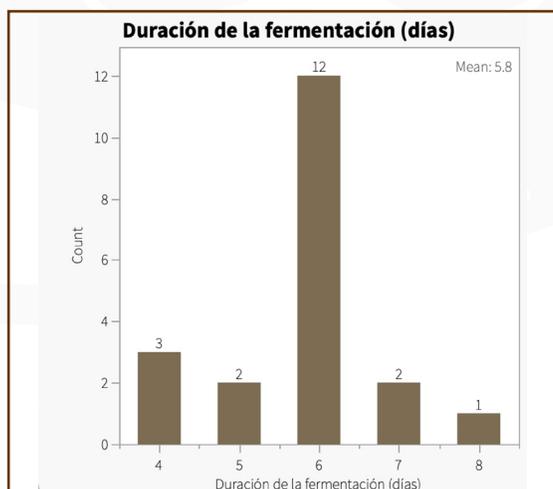


Figura 34. Distribución de la cantidad de días que los productores dejan fermentar su cacao.

La duración del periodo de fermentación varía en función de varios factores como la variedad de cacao, las condiciones climáticas y el perfil de sabor deseado. Normalmente, la fermentación dura entre 2 y 7 días. Durante este tiempo, los granos se mezclan y voltean con regularidad para garantizar una fermentación uniforme en todo el lote. En Puerto Rico, la mayoría de los cacaoteros entrevistados que venden su cacao en grano lo fermentan en sus propias fincas. Son muy pocos los que relegan este paso a los compradores. Se observa que hay mucho interés por entender mejor el proceso complejo de la fermentación. Típicamente, en Puerto Rico se está fermentando por 6 días, algunos haciendo la primera vuelta a las 24 horas y otros esperando 48 horas para revolver los granos.

• Secado

Durante el proceso de secado, se reduce el contenido de humedad en el grano de un rango de entre 60 y 70 por ciento, a un rango de 7 a 8 por ciento. El secado del cacao no es solo importante para preservar la calidad del grano de cacao y permitir su almacenamiento a largo plazo, sino que también es una etapa crítica para el continuo desarrollo del sabor y aroma de los granos. Generalmente, en Puerto Rico, el proceso de secado se conduce al sol, en cajas de madera o directamente en el piso con alguna lona. La duración exacta para llegar a un 7 u 8 % de humedad depende de varios factores, principalmente, el clima y la temperatura, la humedad relativa del lugar y el método de secado utilizado. Típicamente, el secado puede durar unos 5 a 12 días, aunque, entre los agricultores entrevistados para el estudio, un participante expresó que tiene que esperar 30 días para que sus granos lleguen a un 7 u 8 % por las condiciones microclimáticas de su finca y otros que secan en 3 días. En promedio, los participantes reportaron que el secado les toma de 6 a 8 días, con varios agricultores necesitando más, y otros, menos tiempo. Es importante notar que, si el cacao se seca demasiado rápido es posible que no se reduzca adecuadamente la acidez residual, resultando en granos de cacao más ácidos y amargos, lo que impacta su calidad (61,117,118). Por esta razón, el proceso de secado del cacao debe ser gradual y controlado para asegurar un resultado óptimo (CONACADO Manual Post Cosecha).



Imagen de cacao con (1) Fitóftora, (2) Cochinilla, (3) Infestación de Rata en Puerto Rico.

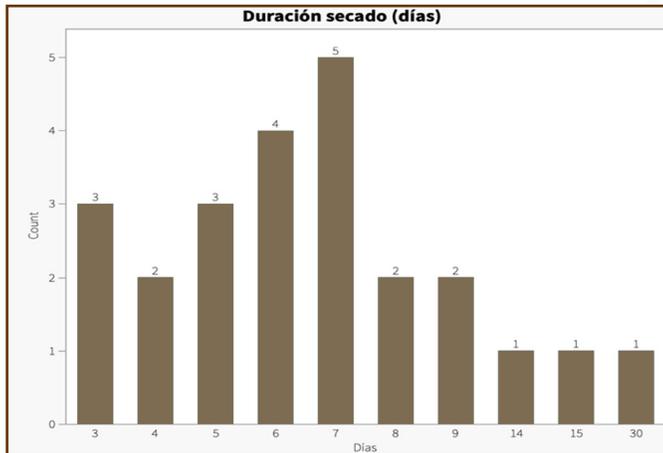
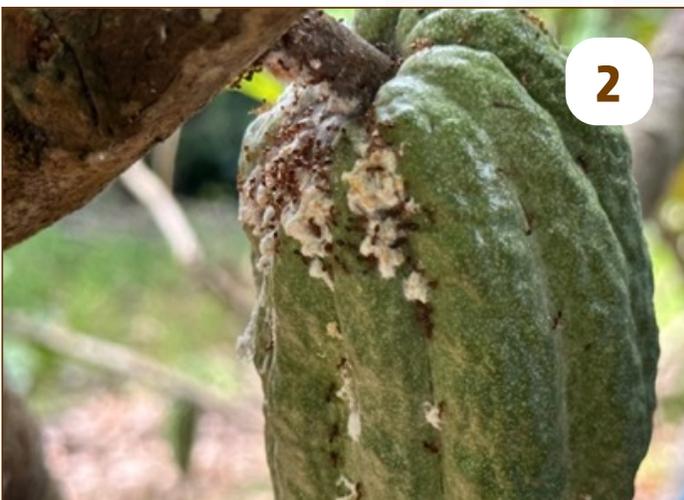


Figura 35. Distribución del número días que los productores entrevistados toman para el secado.

Plagas

En Puerto Rico, se han identificado dos enfermedades principales que afectan los árboles de cacao: **mazorca negra** o **fitóftora** (119), y el **virus del mosaico del cacao leve** o “Mild Cacao Mosaic Virus” (120). De estas enfermedades, la que más estragos ha causado en pérdidas de cosechas es la fitóftora.



La fitóftora, una de las enfermedades de cacao con gran impacto económico, suele desarrollarse en condiciones húmedas y mojadas, de poca ventilación y altas densidades (25). Al infectarse la mazorca, esta se pudre y se dañan los granos de cacao. Es importante promover un buen drenaje, evitar el estancamiento de aguas y mantener niveles adecuados de sombra para no crear un ambiente favorable para el patógeno. No hay datos estadísticos representativos del grado de pérdidas específico por la mazorca negra para Puerto Rico, pero, entre los agricultores entrevistados, se reportaron pérdidas a causa de esta plaga.

El “Cacao Mild Mosaic Virus” se identificó por primera vez en Puerto Rico en el 2014 (120). Este virus infecta árboles de cacao, causando síntomas de mosaico y clorosis en las hojas, y moteado o manchas en las mazorcas. Es transmitido por varias especies de cochinillas de la familia Pseudococcidae y por el uso de material infectado durante el injerto. Aún no se ha establecido el impacto de este virus a largo plazo en la productividad del cacaotal.

Otra de las plagas importantes mencionadas por los agricultores entrevistados fue la pérdida por ratas. Las ratas se alimentan de las mazorcas de cacao, sobre todo cuando están maduras y listas para la cosecha. Típicamente, muerden la mazorca y se chupan la pulpa de las semillas para luego dejarlas en el campo. Para varios agricultores, esto ha causado pérdidas significativas.



Capítulo 7: Análisis FODA de la industria cacaotera en Puerto Rico



A base de la información recopilada para este informe, se ofrece el siguiente resumen de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas para el sector cacaoero en Puerto Rico.

Fortalezas

- **El cacao de Puerto Rico se destaca por sus características sensoriales.** Así lo evidencian los numerosos premios internacionales tanto a nivel de cacao seco y fermentado como chocolate. Galardones como el Golden Bean Award, otorgado por la Academy of Chocolate; y el Cacao of Excellence Award, refuerzan su reputación y atractivo en el mercado global.
- **Además de su diferenciación organoléptica y exquisito sabor, la demanda local se ve respaldada por un sentido de orgullo patrio,** observable tanto en la población residente en la isla como en la diáspora.
- Se ha visto que **el chocolate elaborado por marcas locales es atractivo para turistas** que desean llevarse un pedazo de Puerto Rico a sus hogares. La disposición y el deseo de los consumidores de pagar por productos cacao local de calidad no solo impulsa el mercado interno, sino que también abre oportunidades para la exportación de productos derivados del cacao puertorriqueño fuera del país.

Oportunidades

- **La inversión en oportunidades educativas dirigidas a productores de cacao es necesaria** para adelantar la productividad de los cacaotales en Puerto Rico, particularmente en temas sobre buenas prácticas de manejo y postcosecha del cacao.
- **Una estrategia para apoyar la siembra de cacao y disminuir los costos asociados a su producción son los programas de subvenciones.** Subvencionar costos significativos como la compra de injertos para la siembra pueden aliviar grandemente la carga financiera de los productores, haciendo más viables sus operaciones. Visibilizar la variedad de programas existentes entre los productores de cacao y adaptarlos a las necesidades de otros agricultores que similarmente practiquen el policultivo puede ser de gran beneficio para este y otros sectores agrícolas.
- **Hay gran potencial para la industria cacaoera local si se vincula directamente con el sector turístico.** Programas nuevos y existentes que preparen a los productores para el ecoturismo o el agroturismo, fortaleciendo, al mismo tiempo, la promoción de estas oportunidades en plataformas de turismo nacional e internacional puede ofrecer alternativas de ingresos para cacaoeros que decidan alinearse con este mercado. Estos esfuerzos deberían ir mano a mano con la continua diferenciación del cacao puertorriqueño, incrementando su percepción de valor y atractivo en el mercado local e internacional.

Debilidades

- **Un número significativo de cacaoeros en Puerto Rico enfrenta dificultades para obtener ganancias de sus cultivos,** ya que los costos de producción superan los ingresos generados por las ventas.

- **La baja productividad debilita el sector cacaotero.** Esta derivada, principalmente, de la falta de información sobre buenas prácticas agrícolas. Por otra parte, el impacto que tiene la falta de medidas efectivas contra roedores añade otro factor clave en la reducción de cosechas a la vez que aumenta el riesgo de otras plagas y enfermedades.
- **El mercado de cacao premium es uno saturado y se necesitaría mayor organización del sector para alcanzar un mercado que pueda pagar la prima de un producto de calidad premium.** La comoditización de los precios del cacao obliga a los productores locales a diferenciar su producto, destacando las características únicas del cacao puertorriqueño para posicionarse en segmentos de mercado premium de manera individual y no como una industria organizada y alineada con el desarrollo económico local.

Amenazas

- **La competencia internacional, combinada con la dificultad para reducir costos operativos a nivel local crea un entorno desafiante para la sostenibilidad económica de esta industria emergente en Puerto Rico.** La industria cacaotera local enfrenta desafíos significativos, al competir en un mercado internacional donde el cacao se trata como un ingrediente (“commodity”), negociándose en la bolsa de valores y sujeto a estándares de precios establecidos globalmente.
- **Existe el riesgo de la llegada de enfermedades como la moniliasis, la que podría tener un impacto devastador en los cacaotales y la producción de cacao.** La falta de medidas preventivas aumenta la vulnerabilidad de la industria ante posibles brotes.

Acciones recomendadas

- Se recomienda ampliar la implementación de programas educativos, en especial cuando la colaboración con actores internacionales que ayuden a incrementar el nivel de tecnificación en el campo y, a su vez, mejorar las prácticas de producción, manejo y postcosecha del cacao es viable al momento.
- Se recomienda catalizar una estrecha colaboración entre productores, organizaciones de apoyo y el sector turístico para asegurar subvenciones y apoyos financieros que alivien los costos significativos de la producción y promuevan el mercadeo de estos productos, elevando así su viabilidad económica.
- Se recomienda el uso de estrategias de diferenciación que contribuyan a una mayor estabilidad económica para los productores. Explorar oportunidades de valor agregado, y auscultar posibilidades certificaciones de calidad que sean fáciles de adquirir y fortalezcan la posición de los productores en el mercado internacional.
- Este informe presenta datos y recomendaciones dirigidas a los productores de cacao en Puerto Rico. Debe ir de la mano con un estudio y análisis del perfil del consumidor local, además del mercado que se desee alcanzar fuera de Puerto Rico.





Anejos:

Anejo I) Presupuesto modelo

	REGLÓN	UNIDAD	\$ COSTO/ UNIDAD	UNIDAD CANTIDAD	\$ COSTO	\$ COSTO/ Injerto
ÍTEM	MANO DE OBRA					
1	Preparación de Terreno (incluye construir o reparar caminos)	horas	\$ 8.50	120	\$ 1,020.00	\$ 2.04
2	Alineado de Siembra (o siembras a contorno)	horas	\$ 8.50	20	\$ 170.00	\$ 0.34
3	Cargar Arbolito para Siembra en Predio	horas	\$ 8.50	11	\$ 93.50	\$ 0.19
4	Ahoyado, Siembra y Aplicación de Superfosfato Triple	horas	\$ 8.50	33	\$ 280.50	\$ 0.56
5	Poda/Deschuponado	horas	\$ 8.50	12	\$ 102.00	\$ 0.20
6	Poda de Formación al final del primer año	horas	\$ 8.50	37	\$ 62.90	\$ 0.13
7	Resiembra	horas	\$ 8.50	10	\$ 85.00	\$ 0.17
8	Desyerbo	horas	\$ 8.50	130	\$ 1,105.00	\$ 2.21
9	Abonamiento	horas	\$ 8.50	12	\$ 102.00	\$ 0.20
10	Encalado (aplicar 2 toneladas primer año de ser necesario)	horas	\$ 8.50	8	\$ 68.00	\$ 0.14
11	Reparación y mantenimiento de caminos	horas	\$ 8.50	5	\$ 42.50	\$ 0.09
12	Beneficios Marginales (20% *\$8.50 costo/hr) ²	horas		398	\$ 676.60	\$ 1.35
	Total costos mano de obra cultivo				\$ 3,808.00	\$ 7.62
	MATERIALES ⁴					
13	Arbolitos (incluye siembra y 10% para resiembra, \$7.50-\$9.00) densidad de 450/cuerda (10x10)	unidad	\$ 9.00	500	\$ 4,500.00	\$ 9.00
14	Plátanos intercalado	unidad	\$ 1.74	400	\$ 696.00	\$ 1.39
15	Plántulas de árboles de servicio (guaba) (40 x 40 pies)	unidad	\$ 12.00	20	\$ 240.00	\$ 0.48
16	Abono	quintal	\$ 36.00	4.75	\$ 171.00	\$ 0.34
17	Cal (aplicar 2 toneladas primer año de ser necesario)	tonelada	\$ 18.00	2.0	\$ 36.00	\$ 0.07
18	Superfosfato triple	quintal	\$ 55.00	2.3	\$ 123.75	\$ 0.25
19	Gasolina y diésel para trimmer	al mes	\$ 50.00	12	\$ 600.00	\$ 1.20
20	Herbicida	galón	\$ 65.00	1	\$ 65.00	\$ 0.13
21	Trimmer	Unidad	\$ 300.00	1	\$ 300.00	\$ 0.60
22	Tijeras de poda	unidad	\$35.00	2	\$ 70.00	\$ 0.14
	Total costos de materiales				\$ 6,801.75	\$ 13.60
	OTROS COSTOS ⁺					
23	Hipoteca o Renta					\$ -
24	Miscelaneos ⁵ (materiales de vivero, materiales fermentación/secado, reparaciones de equipos)				\$ 300.00	\$ 0.60
25	Gastos Administrativos ⁶			10%	\$ 380.80	\$ 0.76
27	Interés de Gastos Operacionales (9%) ⁷			9%	\$ 1,049.45	\$ 2.10
	Total Otros Costos				\$ 1,730.25	\$ 1.15
	COSTOS TOTALES				\$ 12,340.00	\$ 24.68

Costos de establecimiento bajo sistema agroforestal, densidad de 450 árboles por cuerda (3mX3m).

Anejo II) Datos de producción clones TARS:

VARIEDAD	Compatibilidad	# Maz/Arbol/año	Sem/Maz	Peso/Maz (lb)	# Maz/1 Kg	Prod/Cuerda/año	Arb./Cda	# Maz/1 lb	Prod/Arb	Prod/Arb	
TARS 27	Autocompatible	57	41.7	0.68	29.3	2,560	611*	13	4.19	1.9	
SPA 10 [COL]	Desconocida	45.8	38.3	0.62	24.6	2,455		11	4.02	1.83	
TARS 30	Desconocida	45.4		1.04	26.1	2,297		12	3.76	1.71	
RIM 52 [MEX]	Autocompatible	26.3	37	1.25	18.1	1,927		8	3.15	1.43	
TARS 23	Desconocida	24.3	41.4	1.21	17	1,888		8	3.09	1.4	
TARS 14	Autocompatible	47.9	37.7	0.81	36.2	1,742		16	2.85	1.3	
TARS 9	Autocompatible 100 %	31.4	31.9	0.62	26.8	1,544		12	2.53	1.15	
TARS 34	Desconocida	26.4	35.8	0.68	27.2	1,280		12	2.09	0.95	
COLORADO	Autoincompatible	24.7	35.5	0.97	35.5	924		16	1.51	0.69	
ICS 45	Desconocida	11.8	33.4	0.92	25.7	607		12	0.99	0.45	
AMELONADO	Autocompatible	19.1	38.7	0.77	25.1	400		11	0.65	0.3	
		32.7	37.1	0.9	26.5	1602.2		611	12.05	2.62	1.09
Avg. TOP 5 =		39.8	39.6	1	23	2225.4		611	10.5	3.6	1.7

* Densidad de siembra usada en catálogo, según densidad de siembra de lote experimental

Anejo III) Comparación con unidades usadas para el café:

Posible rendimiento económico por quintal:

Ingresos comparables en modo de venta.							Comparativa Chocolates		
Precio de compra*	\$ 0.30 por mazorca		\$ 5.45 por libra de cacao seco y fermentado						
	Datos de Producción							\$ 6.00	
VARIEDAD	# Maz/árbol/año**	#lbs/árbol/año***	# Mazorcas para un quintal de cacao seco	Valor de vender esa cantidad de mazorcas a \$0.30	Valor de ese quintal en Seco	Diferencia en ganancia Ingreso seco y fermentado - ingreso en mazorcas	# Barras de 50g de 70% cacao de un quintal de cacao seco	En bruto***, cuanto más se ganaría vendiendo esa barra a \$6.00 vs. mazorcas ingreso en chocolates-ingreso en mazorca)	
TARS 27	57	4.19	1,360	\$ 408.13	\$ 545.00	\$ 136.87	907	\$ 5,034.98	
SPA 10	45.8	4.02	1,140	\$ 341.96		\$ 203.04		\$ 5,101.14	
TARS 30	45.4	3.76	1,208	\$ 362.29		\$ 182.71		\$ 5,080.81	
RIM 52	26.3	3.15	834	\$ 250.17		\$ 294.83		\$ 5,192.93	
TARS 23	24.3	3.09	786	\$ 235.92		\$ 309.08		\$ 5,207.18	
TARS 14	47.9	2.85	1,680	\$ 504.02		\$ 40.98		\$ 4,939.08	
TARS 9	31.4	2.53	1,243	\$ 372.77		\$ 172.23		\$ 5,070.33	
TARS 34	26.4	2.09	1,260	\$ 378.06		\$ 166.94		\$ 5,065.05	
COLORADO	24.7	1.51	1,633	\$ 489.99		\$ 55.01		\$ 4,953.11	
ICS 45	11.8	0.99	1,188	\$ 356.33		\$ 188.67		\$ 5,086.77	
AMELONADO	19.1	0.65	2,918	\$ 875.26		\$ (330.26)		\$ 4,567.85	
Avg. TOTAL =	32.74	2.62	1,386	\$ 415.90		\$ 545.00		\$ 129.10	\$ 5,027.20
Avg. TOP 5 =	39.76	3.64	1,066	\$ 319.69		\$ 545.00		\$ 225.31	\$ 5,123.41

*Los precios de compra son los promedio para Puerto Rico en el 2022/2023.

** Estos valores de producción son los provistos por el catálogo de clones recomendados para Puerto Rico de la Estación Experimental TARS del USDA en Mayaguez.

***Estos valores de productividad potencial provienen de los datos científicos del catálogo de clones del USDA, TARS en Mayaguez. Los árboles de la estación están bajo sistemas a pleno sol, con riego y abotonamiento constante. Estos valores no reflejan los potenciales de rendimiento de un sistema agroforestal sin abonos ni riego. Para ello hay que reducir significativamente los valores. El promedio mundial está

***Producir chocolate conlleva muchos gastos adicionales, entre ellos la maquinaria, materiales de moldura y empaque, refrigeración, costos energéticos, mercadeo, entre otros.

Anejo IV) Entrevista a productores:

Información general	
1	Género
2	Nombre
3	Apellido
4	Edad
5	Correo electrónico
6	Número de teléfono
7	Tipo de productor/a
8	Ubicación de la finca – dirección local/ calle:
9	Municipio:
10	Es dueño de la finca:
11	Área total de la finca (cd)
12	Área total de la finca sembrada con cacao (cd)
13	¿Cuándo comenzó a sembrar cacao (año)?
14	¿Cómo se interesó por sembrar el cacao?
15	La finca cuenta con algún tipo de certificación: (Orgánica, Comercio Justo, Kosher)
Información Socioeconómica	
16	Hogar – Tamaño: cuántas personas componen el hogar
17	Hogar - ¿cuántas son mujeres?
18	Hogar - ¿cuántas son hombres?
19	¿Tiene el hogar ingresos de otras actividades agrícolas además de la producción de cacao? Sí / No
20	En caso afirmativo, ¿cuáles son estas actividades?
21	¿Tiene el hogar otras actividades no agrícolas generadoras de ingresos? Sí / No
22	En caso afirmativo, ¿cuáles son estas actividades?
23	¿Cuál sería el porcentaje aproximado de ingresos derivados de la actividad de producción de cacao?
Perfil de la finca y el agricultor	
24	¿Cuántos años de experiencia agrícola tiene?
25	¿Cuántos años lleva cultivando cacao?
26	¿Cómo usted trabaja la finca? Solo, con familia, empleados temporeros/permanentes (y familia)
27	¿Cuántas personas son empleadas para las actividades de producción de cacao?
47	Gasto estimado de mano de obra anual:
28	Tipo de prácticas agrícolas: convencional, agroecológica, orgánica, otra
29	Tipo de Siembra: monocultivo, policultivo, agroforestal
30	¿Su cacao está intercalado con otros cultivos?
31	En caso afirmativo, ¿qué otros cultivos acompañan el cacao?
32	¿Cómo/dónde consigue los arbolitos de cacao necesario?
33	¿A qué costo le salieron los injertos?
34	Origen genético dominante de la variedad: <i>Criollo, Trinitario, Forastero, otro</i>
35	Variedades de cacao sembrados
36	¿Tiene alguna preferencia por alguna línea o clon en específico?
37	¿Tiene alguna observación en particular sobre las diferentes variedades: producción, tamaño de grano, ¿tolerancia a sequía?

38	Técnica de propagación utilizada principalmente: <i>semilla, injerto, otro</i>
39	Si tiene injertos, ¿cuál es el portainjerto/patrón?
40	Si tiene injertos, qué tipo de injerto se usó: <i>injerto de copa, injerto de parche de yema, injerto en árbol maduro, otro</i>
41	¿Cómo/dónde consigue los árboles de sombra para la finca?
42	¿A qué costo salieron los árboles complementarios?
	Manejo del cacaotal
43	¿Realiza podas a sus árboles de cacao?
44	¿Cada cuánto tiempo poda? ¿Qué tipo de poda realiza?
45	¿Cómo hace control de malezas?
46	¿Cada cuánto tiempo realiza control de malezas?
48	¿Uso de abono? Sí / No
49	Si se utiliza abono, especifique de qué tipo y cuándo abona.
50	Costo del abono, <i>gasto anual para el cacao</i>
51	Costo de cal si utiliza <i>gasto anual para el cacao</i>
52	¿Tiene sistema de riego?
53	¿Si afirmativo, costo de sistema de riego?
54	¿Uso de pesticidas? Sí / No
55	Si se utilizan plaguicidas, ¿qué productos y con qué frecuencia?
56	¿Usa árboles de sombra permanentes? Sí / No
57	En caso afirmativo, nombre de la especie de árbol de sombra dominante.
	Costos Extra
58	Uso del terreno, propio o rentado
59	Utilidades
60	Seguros
	Cosecha y rendimiento--
61	Inicio de la temporada seca (mes del año)
62	Inicio de la temporada de lluvia (mes del año)
63	Período principal de cosecha (mes del año)
64	Período secundario de cosecha (mes del año)
65	¿Cada cuánto cosecha (días)?
66	Área total de la finca sembrada con cacao (cd)
67	Densidad de árboles (distancia de siembra que usa) Ej. 8x8, 10x10
68	¿Por qué decidió sembrar a esa distancia?
69	Edad promedio de los árboles –dividir si están en parcelas
70	Del área total de la finca sembrada con cacao, ¿qué cantidad de cuerdas están en producción?
71	Cantidad de árboles de cacao sembrados (datos del agricultor)
72	Densidad de árboles - <i>CALCULADO (# árboles sembrados/Cuerdas sembradas)</i>
73	¿Vende su cacao o es para uso interno?
74	¿A quién típicamente vende su cacao?
75	¿De qué forma mercadea su cacao (mazorca, baba, grano)?
76	¿A cómo le pagan la cosecha (\$)?
77	Productividad del área sembrada, en libras producidas el año 2022
78	Qué por ciento de la finca está en producción–(estimado de agricultor)
79	Árboles en producción según por ciento en producción <i>CALCULADO (%)</i>

80	Producción por año por cuerda (libras)- <i>CALCULADO (producción total/cuerdas en producción)</i>
81	Producción por árbol (libras)- <i>CALCULADO (producción por cuerda/# árboles en producción)</i>
82	Producción por árbol (mazorcas) - Calculado (# de mazorcas del 2022/ # árboles en producción 2023)
83	Ganancias estimadas según método comprando a USD \$0.30 la mazorca (<i>10 mazorcas por árbol por 5,200 árboles</i>)
84	Ingreso bruto total (datos del agricultor en base a generado vendiendo) (# mazorcas por \$)
85	Ingreso bruto por cuerda en producción (\$k/# cuerdas en producción)
86	Ingreso neto anual estimado (ganancia - gastos) (mano de obra, renta, cal y abono, faltaría añadir seguros, otros materiales ext.)
87	Ingreso neto estimado por cuerda en producción (neto/# cuerdas en producción)
88	¿Crees que es rentable la producción de cacao?
	Fermentación
89	Tiempo entre la cosecha y el rompimiento de la fruta (en días):
90	¿Fermenta su cacao?
91	¿Secado previo los granos en baba antes de la fermentación? Sí / No
92	Duración de la fermentación (días)
93	Fermentación realizada en <i>cajas de madera, montones, en bolsas, otro</i>
94	Típicamente, ¿cuántas libras de cacao fermenta a la vez?
95	Número de vueltas durante la fermentación.
96	Número de días después del inicio de la fermentación en que se dio el primer volteo de los granos (días).
97	¿Se han añadido materias aromáticas, pulpa de fruta o zumo? Sí / No
	Secado
98	¿Tiene área de secado?
99	Método(s) de secado: al sol directo, túnel ventilado, invernadero, mecánico, fuego
100	Duración del proceso de secado (días)
	Extra
101	¿Recibe algún tipo de incentivo para su producción de cacao?
102	¿Qué planes a largo plazo tiene para su cacaotal?
103	¿Qué fuentes de información típicamente usa para sus dudas sobre el cacao?
104	En su opinión, ¿qué hace falta en su finca para dar un próximo paso? ¿Cuáles han sido las limitantes?
105	¿Cómo pudiese mejorar la industria de cacao en Puerto Rico?

Anejo V) Entrevista a compradores:

Género
Nombre
Apellido
Edad
Correo electrónico
Número de teléfono
Municipio:
¿Cómo y cuándo comenzó su interés por el cacao y, en específico, el cacao puertorriqueño?

¿Hace cuánto tiempo compra cacao de/en Puerto Rico?
¿Cómo compra el cacao, en mazorca, en baba, o seco? ¿Alguna preferencia?
Precio de compra
¿Compra a una red de agricultores en específico, o compra a cualquier agricultor que tenga cosecha?
¿Cómo es la red? ¿Ofrece algún beneficio?
¿Cómo alguien puede venderte cacao?
Requisitos del cacao para la compra: (peso, calidad, variedades)
¿Tiene una cantidad mínima para la compra de cacao?
Usualmente, ¿qué cantidad de cacao se compra?
¿Compra solamente cacao de Puerto Rico o importa cacao?
Precio al que compra otros cacaos
¿Para qué usa el cacao que compra? (chocolate, manteca, licor)
¿Se ve necesitando más cacao local en un futuro o está "full" con su suministro?
¿Qué cantidad compra anualmente (libras o kilogramos)? ¿Qué cantidad necesita para satisfacer su demanda?
¿Vende sus productos localmente o también exporta?
¿Qué cambios le gustaría ver en la industria?
¿Conoce de reglamentaciones existentes sobre la importación/exportación de cacao en Puerto Rico?
¿Entiendes que producir chocolate en PR con cacao local es económicamente viable?
¿Cuál cree puede ser el potencial para la industria de cacao en Puerto Rico?
¿Qué cosas quisiera saber de la industria de cacao y chocolate en Puerto Rico o qué información le gustaría obtener de un estudio de mercado del cacao en Puerto Rico?

Countries to which the exports were sent in 1897.

	Quantity.	Values.		Quantity.	Values.
COFFEE.			BAY RUM.		
		<i>Pesos.</i>			<i>Pesos.</i>
Spain kilograms..	6,853,694	3,563,921	United States.....liters..	50,177	7,527
France do.....	5,802,495	3,017,297	Danish possessions do....	162	24
Cuba do.....	4,008,775	2,084,563	MOLASSES.		
Germany do.....	3,975,878	2,067,456	United States, kilo-		
Italy do.....	1,939,375	1,008,475	grams.....	8,792,409	307,734
Austria do.....	785,022	408,212	English possessions, kilo-		
Sweden and Norway,			grams.....	2,644,937	92,573
..... kilograms..	54,460	23,319	England kilograms..	91,786	3,213
United States do.....	47,995	24,957	HIDES.		
England do.....	34,453	17,916	Spain kilograms..	262,800	49,932
TOBACCO.			France do.....	64,482	12,252
Cuba kilograms..	2,359,068	990,808	Germany do.....	36,990	7,028
Spain do.....	337,451	141,729	Italy do.....	8,848	1,681
United States do.....	80,729	33,906	Cuba do.....	5,050	960
Germany do.....	56,682	23,806	CARNAZA.		
Danish possessions do....	3,756	1,577	Spain kilograms..	2,200	110
England do.....	2,832	1,189	TALLOW.		
Venezuela do.....	2,244	942	Cuba kilograms..	109,020	10,902
Italy do.....	285	119	Spain do.....	7,604	760
SUGAR.			GUANO VEGETAL.		
United States, kilo-			Cuba kilometers..	50,339	5,537
grams.....	34,966,838	2,418,938	Spain do.....	420	46
Spain kilograms..	18,020,119	1,272,885	COCOANUTS.		
English possessions do....	1,591,927	102,831	United States thousands..	723,763	14,475
Denmark do.....	1,327,962	98,523	Cuba do.....	427,713	8,544
England do.....	843,989	46,595	Spain do.....	237,941	4,759
Danish possessions do....	282,556	19,806	Danish possessions,		
Germany do.....	273,598	17,784	thousands.....	1,500	30
Italy do.....	143,455	9,324	English thousands..	1,000	20
France do.....	113,539	7,380	CACAO.		
Cuba do.....	78,399	5,662	Spain kilograms..	5,715	2,286
WOODS.			ORANGES.		
United States, kilo-			United States, thou-		
grams.....	2,500	125	sands.....	939,798	2,350
Spain kilograms..	299	15			
RUM.					
Spain liters..	200,105	20,011			
Africa do.....	86,558	8,656			
United States do.....	15,783	1,578			
France do.....	4,663	466			
Italy do.....	1,837	184			
Cuba do.....	1,060	106			

Anejo VI) Documentos históricos cacao, Informe de Henry Carroll (28).



Bibliografía

Mención del cacao como producto exportado en 1897, unos 5,715 kg de cacao.

1. Gaia Cacao B.V. Global Cocoa Market Study [Internet]. Amsterdam; 2021 nov. Disponible en: www.gaiacacao.com
2. Zarrillo S, Gaikwad N, Lanaud C, Powis T, Viot C, Lesur I, et al. The use and domestication of *Theobroma cacao* during the mid-Holocene in the upper Amazon. *Nat Ecol Evol*. 1 de diciembre de 2018;2(12):1879-88.
3. Motamayor JC, Lanaud C. Molecular analysis of the origin and domestication of *Theobroma cacao* L. Managing plant genetic diversity Proceedings of an international conference, Kuala Lumpur, Malaysia, 12-16 June 2000. enero de 2002;77-87.
4. Motamayor JC, Risterucci AM, Lopez PA, Ortiz CF, Moreno A, Lanaud C. Cacao domestication I: The origin of the cacao cultivated by the Mayas. *Heredity (Edinb)*. noviembre de 2002;89(5):380-6.
5. Motamayor JC, Lachenaud P, da Silva e Mota JW, Loor R, Kuhn DN, Brown JS, et al. Geographic and genetic population differentiation of the Amazonian chocolate tree (*Theobroma cacao* L). *PLoS One*. 1 de octubre de 2008;3(10).
6. Motamayor JC, Risterucci AM, Heath M, Lanaud C. Cacao domestication II: Progenitor germplasm of the Trinitario cacao cultivar. *Heredity (Edinb)*. 1 de septiembre de 2003;91(3):322-30.
7. Thomas E, van Zonneveld M, Loo J, Hodgkin T, Galluzzi G, van Etten J. Present Spatial Diversity Patterns of *Theobroma cacao* L. in the Neotropics Reflect Genetic Differentiation in Pleistocene Refugia Followed by Human-Influenced Dispersal. *PLoS One*. 24 de octubre de 2012;7(10).
8. Argout X, Salse J, Aury JM, Guiltinan MJ, Droc G, Gouzy J, et al. The genome of *Theobroma cacao*. *Nat Genet*. 2011;43(2):101-8.
9. Osorio-Guarín JA, Berdugo-Cely JA, Coronado-Silva RA, Baez E, Jaimes Y, Yockteng R. Genome-Wide Association Study Reveals Novel Candidate Genes Associated with Productivity and Disease Resistance to *Moniliophthora* spp. in Cacao (*Theobroma cacao* L.). *G3 (Bethesda)* [Internet]. 1 de abril de 2020 [citado 25 de julio de 2023];10(5):1713-25. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32169867/>
10. Hurst WJ, Tarka SM, Powis TG, Valdez F, Hester TR. Cacao usage by the earliest Maya civilization. *Nature* 2002 418:6895 [Internet]. 18 de julio de 2002 [citado 25 de julio de 2023];418(6895):289-90. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/418289a>
11. Powis TG, Valdez F, Hester TR, Hurst WJ, Tarka SM. Spouted Vessels and Cacao Use among the Preclassic Maya. *Latin American Antiquity*. marzo de 2002;13(1):85-106.
12. Motilal LA, Caitlin C, Leandro-Munoz ME, Bouchon A-S, Carivenc L, Ash L, et al. Review of cacao explorations and germplasm movements. *Heirloom Cacao Preservation Fund*. 2022.
13. Valdez F. Archaeological evidence of the social use of cacao in the Upper Amazon. 2019.
14. Coe SD, Coe MD. *The true history of chocolate*. Third. London: Thames & Hudson; 2013. 35-36 p.
15. Henderson JS, Joyce RA, Hall GR, Hurst WJ, McGovern PE. Chemical and archaeological evidence for the earliest cacao beverages. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 27 de noviembre de 2007;104(48):18937-40.
16. Zhang D, Motilal L. Origin, dispersal, and current global distribution of cacao genetic diversity. En: *Cacao Diseases: A History of Old Enemies and New Encounters*. Springer International Publishing; 2016. p. 3-31.
17. Precilla E. M. *The new taste of chocolate*. 2.a ed. Ten Speed Press; 2009.
18. Zhang D, Motilal L. Origin, Dispersal, and Current Global Distribution of Cacao Genetic Diversity. En: *Cacao Diseases* [Internet]. Cham:

- Springer International Publishing; 2016 [citado 3 de agosto de 2023]. p. 3-31. Disponible en: http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-24789-2_1
19. Lambert A. Motilal Pathmanathan Umaharan³, Sue Mischke², Vishnarayan Mooleedhar^{4†} and Lyndel W. Meinhardt² DZ. The relic Criollo cacao in Belize – genetic diversity and relationship with Trinitario and other cacao clones held in the International Cocoa Genebank, Trinidad. *Plant Genet Resour* [Internet]. 2010 [citado 21 de marzo de 2017];8(2):106-15. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/4FOA76D01585776D9E-81470D0A745315/S1479262109990232a.pdf/div-class-title-the-relic-criollo-cacao-in-belize-genetic-diversity-and-relationship-with-trinitario-and-other-cacao-clones-hel>
 20. Leiter J, Harding S. Trinidad, Brazil, and Ghana: three melting moments in the history of cocoa. *J Rural Stud*. 2004;20(1):113-30.
 21. Johns ND. Conservation in Brazil's Chocolate Forest: The Unlikely Persistence of the Traditional Cocoa Agroecosystem. 1999;23(1):31-47.
 22. Purdue University, International Center for Tropical Agriculture (CIAT). An analysis of the supply chain of cacao in Colombia. 2017.
 23. Young MA. *The Chocolate Tree: A Natural History of Cacao*. University Press of Florida; 2007.
 24. Bailey BA, Meinhardt LW. *Cacao Diseases A History of Old Enemies and New Encounters*.
 25. Díaz-Valderrama JR, Leiva-Espinoza ST, Aime MC. The History of Cacao and Its Diseases in the Americas. 2020 [citado 25 de julio de 2023]; Disponible en: <https://doi.org/10.1094/PHYTO-05-20-0178-RVW>
 26. Marita JM, Nienhuis J, Pires JL, Aitken WM. Analysis of genetic diversity in *Theobroma cacao* with emphasis on witches' broom disease resistance. *Crop Sci* [Internet]. 2001 [citado 4 de diciembre de 2016];41(4):1305-16. Disponible en: <https://www.crops.org/publications/cs/abstracts/41/4/1305>
 27. Barrett OW. The Food Plants of Puerto Rico. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 1 de abril de 1925;9(2):61-208.
 28. Henry K. Carroll. Report on the island of Porto Rico; its population, civil government, commerce, industries, productions, roads, tariff, and currency, with recommendations [Internet]. Washington; 1899 oct [citado 25 de julio de 2023]. Disponible en: https://archive.org/stream/reportonislandof00unit/reportonislandof00unit_djvu.txt
 29. REFORMS IN PUERTO RICO: Commissioner Carroll Returns and Tells of Conditions There. TIME ON MORTGAGES EXTENDED Definite Regulations Regarding Marriage Introduced – People Want Territorial Government. *New York Times* [Internet]. 9 de marzo de 1899 [citado 25 de julio de 2023]; Disponible en: <https://www.nytimes.com/1899/03/31/archives/reforms-in-puerto-rico-commissioner-carroll-returns-and-tells-of.html>
 30. Juana Gil-Bermejo García. *Panorama histórico de la agricultura en Puerto Rico*. [Sevilla]: Escuela de Estudios-Hispano-Americanos; 1970.
 31. Irizarry H, Rivera E. Early yield of five cacao families at three locations in Puerto Rico 12. Vol. 82, Univ. KB. 1998.
 32. H. H. Fisher, P. K. Soderholm, R. P. Kahn. U.S Department of Agriculture Cacao Clone Collection. *Crops Research*. Miami; 1967 mar.
 33. Global Network on Cacao Genetic Resources Conservation and Use, CacaoNet. 2023.
 34. Cosme S., Cuevas HE, Zhang D, Oleksyk TK, Irish BM. Genetic diversity of naturalized cacao (*Theobroma cacao* L.) in Puerto Rico. *Tree Genet Genomes* [Internet]. 2016;12(5):88. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s11295-016-1045-4>
 35. Goenaga R, Irizarry H, Irish B. TARS Series of Cacao Germplasm Selections. *HORTSCIENCE*. junio de 2009;44(3):826-7.
 36. Irish BM, Goenaga R, Zhang D, Schnell R, Brown

- JS, Motamayor JC. Microsatellite fingerprinting of the USDA-ARS tropical agriculture research station cacao (*Theobroma cacao* L.) Germplasm collection. *Crop Sci.* marzo de 2010;50(2):656-67.
37. Bartley B. The Genetic Diversity of cacao and its utilization. 2005 abr.
38. De Almeida AAF, Valle RR. Ecophysiology of the cacao tree. Vol. 19, *Brazilian Journal of Plant Physiology.* 2007. p. 425-48.
39. Ávila-Lovera E, Coronel I, Jaimez R, Urich R, Pezreya G, Araque O, et al. Ecophysiological Traits of Adult Trees of Criollo Cocoa Cultivars (*Theobroma Cacao* L.) From a Germplasm Bank in Venezuela. *Exp Agric [Internet].* 2015;52(01):137-53. Disponible en: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84949315265&partnerID=tZOtx3y1>
40. Tezara W, Urich R, Jaimez R, Coronel I, Araque O, Azocar C, et al. Does Criollo cocoa have the same ecophysiological characteristics than Forastero? *Bot Sci [Internet].* 2016;94(3):563. Disponible en: <http://www.botanicalsciences.com.mx/index.php/botanicalSciences/article/view/552>
41. De Almeida AAF, Valle RR. Ecophysiology of the cacao tree. *Brazilian Journal of Plant Physiology.* 2007;19(4):425-48.
42. Bekele F, Butler D, Bidaisee G. Upper Amazon Forastero cacao (*Theobroma cacao*L.) 1: An assessment of phenotypic relationships in the International Cocoa Genebank, Trinidad. *Tropical Agriculture (Trinidad).* 1 de enero de 2008;85.
43. Motamayor JC, Risterucci AM, Heath M, Lanaud C. Cacao domestication II: progenitor germplasm of the Trinitario cacao cultivar. *Heredity (Edinb) [Internet].* 2003;91(3):322-30. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12939635>
44. Motilal LA, Sreenivasan TN. Revisiting 1727: Crop Failure Leads to the Birth of Trinitario Cacao. *J Crop Improv [Internet].* 1 de septiembre de 2012;26(5):599-626. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/15427528.2012.663734>
45. Yang JY, Scascitelli M, Motilal LA, Sveinsson S, Engels JMM, Kane NC, et al. Complex origin of Trinitario-type *Theobroma cacao* (Malvaceae) from Trinidad and Tobago revealed using plastid genomics. *Tree Genet Genomes.* 1 de junio de 2013;9(3):829-40.
46. Cornejo OE, Yee MC, Dominguez V, Andrews M, Sockell A, Strandberg E, et al. Population genomic analyses of the chocolate tree, *Theobroma cacao* L., provide insights into its domestication process. *Commun Biol.* 1 de diciembre de 2018;1(1).
47. Motamayor JC, Lachenaud P, da Silva e Mota JW, Loor R, Kuhn DN, Brown JS, et al. Geographic and Genetic Population Differentiation of the Amazonian Chocolate Tree (*Theobroma cacao* L.). Borevitz JO, editor. *PLoS One [Internet].* 1 de octubre de 2008 [citado 4 de diciembre de 2016];3(10):1-8. Disponible en: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0003311>
48. From Bean to Bar.
49. Jaimez RE, Tezara W, Coronel I, Urich R. Ecophysiology of cocoa (*Theobroma cacao*): its management in agro forestry system. Suggestions for improvement in Venezuela. 2008;52(2):253-8.
50. Boisselet T. Cocoa life cycle - timeline. 3 de diciembre de 2018 [citado 5 de agosto de 2023]; Disponible en: <https://zenodo.org/record/1893629>
51. Zamorra-Echevarría J. Cacao Botánica, Cultivo y Mercadeo en Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez Colegio de Ciencias Agrícolas Servicio de Extensión Agrícola Mayagüez, Puerto Rico. 2016;
52. Medina. V, Laliberte. B. A review of research on the effects of drought and temperature stress and increased CO2 on *Theobroma cacao* L., and the role of genetic diversity to address climate change [Internet]. Bioversity International. 2017 [citado 13 de diciembre de 2017]. Disponible en: https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/user_upload/Review_laliberte_2017_new.pdf
53. Alvim P de T, Kozlowski TT (Theodore T. Ecophys-

- iology of tropical crops. Academic Press; 1977. 502 p.
54. Lahive F. An examination of the impacts of climate change variables on growth and photosynthesis in *Theobroma cacao* L. Thesis by. University of Reading; 2015.
 55. From cacao to chocolate, it doesn't just take one step [Internet]. [citado 5 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.mysciencework.com/omniscience/cacao-chocolate-doesnt-just-take-one-step>
 56. ICCO. ICCO Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics. 2023 may.
 57. Somarriba E. Oferta mundial de tecnologías de producción de cacao prioritarias para elevar los rendimientos mejorar la calidad del cacao y .. 2013.
 58. FAOSTAT [Internet]. [citado 26 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>
 59. CacaoMovil GUÍA 8- Guía#8- Cosecha, fermentación y secado del cacao.
 60. Sukha DA, Umaharan P, Butler DR. The Impact of Pollen Donor on Flavor in Cocoa. 2017;142(1):13-9.
 61. Tomlins KI, Baker DM, Daplyn P, Adomako D. Effect of fermentation and drying practices on the chemical and physical profiles of Ghana cocoa. *Food Chem* [Internet]. 1993;46(3):257-63. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030881469390116W>
 62. Daymond AJ, Hadley P. Differential effects of temperature on fruit development and bean quality of contrasting genotypes of cacao (*Theobroma cacao*). *Annals of Applied Biology* [Internet]. 27 de mayo de 2008 [citado 4 de diciembre de 2016];153(2):175-85. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1744-7348.2008.00246.x>
 63. Emmanuel OA, Jennifer Q, Agnes SB, Jemmy ST, Firibu KS. Influence of pulp-preconditioning and fermentation on fermentative quality and appearance of ghanaiian cocoa (*Theobroma cacao*) beans. *Int Food Res J*. 2012.
 64. Lima LJR, Almeida MH, Nout MJR, Zwietering MH. *Theobroma cacao* L., "The Food of the Gods": Quality Determinants of Commercial Cocoa Beans, with Particular Reference to the Impact of Fermentation. *Crit Rev Food Sci Nutr* [Internet]. 2011;51(8):731-61. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/10408391003799913>
 65. Jinap S, Rosli WIW, Russly AR, Nordin LM. Effect of roasting time and temperature on volatile component profiles during nib roasting of cocoa beans (*Theobroma cacao*). *J Sci Food Agric* [Internet]. 1998;77(4):441-8. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199808\)77:4%3C441::AID-JSFA46%3E3.0.CO;2-#](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199808)77:4%3C441::AID-JSFA46%3E3.0.CO;2-#)
 66. Misnawi, Jinap S, Jamilah B, Nazamid S. Sensory properties of cocoa liquor as affected by polyphenol concentration and duration of roasting. *Food Qual Prefer* [Internet]. 2004;15(5):403-9. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329303000971>
 67. Agbongiarhuoyi AE, Abdulkarim I. F., Oloyede AA, Famuyiwa BS, Oduwole OO. Farmers' perceived effects of climate change on cocoa production in Kwara state. *Nigerian Journal of Rural Sociology* [Internet]. 2013 [citado 25 de abril de 2017];14(24-31). Disponible en: <http://journals.rusan.org.ng/index.php/njrs/article/view/133>
 68. Jagoret P, Kwesseu J, Messie C, Michel-Dounias I, Malézieux E. Farmers' assessment of the use value of agrobiodiversity in complex cocoa agroforestry systems in central Cameroon. *Agroforestry Systems*. 2014;88(6).
 69. Dormon ENA, Van Huis A, Leeuwis C, Obeng-Ofori D, Sakyi-Dawson O. Causes of low productivity of cocoa in Ghana: farmers' perspectives and insights from research and the socio-political establishment. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*. 2004;52(3):237-59.

70. Abdulsamad A, Frederick S, Gereffi G. Pro-Poor Development and Power Asymmetries in Global Value Chains. 2015; Disponible en: www.cggc.duke.edu
71. Benneh EY, Anaman KA. Economic shocks and the growth of the Ghanaian cocoa industry from 1975 to 2019. *Ghana Journal of Development Studies* [Internet]. 19 de octubre de 2022 [citado 5 de agosto de 2023];19(2):57-82. Disponible en: <https://www.ajol.info/index.php/gjds/article/view/234355>
72. Loria K. Consumer Reports. 2022. Lead and Cadmium Could Be in Your Dark Chocolate: Consumer Reports.
73. Guimaraes R. Cocoa Price Differential announcement from Fairtrade International - April 2023v [Internet]. [citado 5 de agosto de 2023]. Disponible en: https://files.fairtrade.net/standards/2023-04-03_Cocoa_FMPdifferential_Announcement_EN.pdf
74. Bermudez S, Voora V, Larrea C, Luna E. Global Market Report: Cocoa prices and sustainability. SUSTAINABLE COMMODITIES MARKETPLACE SERIES. 2022.
75. COCOA MARKET REPORT-June 2023. 2023 jun.
76. Fountain C. A, Huetz-Adams F. Cocoa Barometer. 2022.
77. ICCO. A Working Definition of Fine or Flavour Cocoa [Internet]. Berlin; 2018 abr [citado 2 de agosto de 2023]. Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/Specialty_coffee.
78. NORMA TÉCNICA NTC COLOMBIANA 1252. 2003
79. ICCO. ICCO-Fine Flavor Cocoa:Producing countries exporting either exclusively or partially fine or flavour cocoa [Internet]. 2020 [citado 2 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.icco.org/fine-or-flavor-cocoa/>
80. Ferro G, de Koning M, Mattar S, Peppelenbos S. Introduction to Premium Cocoa Markets in Europe and USA [Internet]. Disponible en: www.growliberia.com
81. Batista L. Guía Técnica El Cultivo de Cacao [Internet]. Santo Domingo; 2009. Disponible en: <http://www.cedaf.org.do>
82. Martin D. C. Fine Cacao and Chocolate Institute (blog), . 2017 [citado 2 de agosto de 2023]. Sizing the craft chocolate market. Disponible en: <https://www.chocolateinstitute.org/post/sizing-the-craft-chocolate-market>
83. Tony's Chocolonely annual report 2021/2022 - [Internet]. 2021 [citado 2 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://tonyschocolonely.com/us/en/annual-fair-reports/annual-fair-report-2021-2022>
84. 2022 Transparency Report – Taza Chocolate [Internet]. [citado 2 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.tazachocolate.com/pages/2022-transparency-report>
85. Transparency Report – Askinosie Chocolate [Internet]. [citado 2 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://askinosie.com/pages/transparency-report>
86. Uncommon Cacao Transparency Report 2021. 2021.
87. Forteza apuesta al desarrollo de la industria local de cacao - El Nuevo Día [Internet]. [citado 4 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.elnuevodia.com/negocios/empresas-comercios/notas/forteza-apuesta-al-desarrollo-de-la-industria-local-de-cacao/>
88. Fuente: USDA/NASS. <https://www.nass.usda.gov/AgCensus/>. [citado 4 de diciembre de 2023]. Agricultura de Puerto Rico Datos Sobresalientes Resultados del Censo de Agricultura de 2018. Disponible en: https://www.nass.usda.gov/Publications/Highlights/2020/census_puertorico_spanish.pdf
89. Goenaga R, Guiltinan M, Maximova S, Seguíne E, Irizarry H. Yield performance and bean quality traits of cacao propagated by grafting and somat-

- ic embryo-derived cuttings. HortScience [Internet]. 2015;50(3):358-62. Disponible en: <http://hortsci.ashspublications.org/content/50/3/358.abstract>
90. Irizarry H, Goenaga R. Clonal Selections based on grafted trees in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of University of Puerto Rico*. 2000;84(3-4):153-63.
 91. USDA TARS Mayaguez. *Varietades de Injertos de Cacao Recomendados para PR*. 2011.
 92. USDA TARS Mayaguez. *Clones de cacao recomendados para Puerto Rico* [Internet]. Disponible en: <http://www.ars.usda.gov/saa/tars>
 93. Lockwood G, Yin JPT. Yields of Cocoa Clones in Response to Planting Density in Malaysia. *Exp Agric* [Internet]. 3 de enero de 1996 [citado 3 de agosto de 2023];32(1):41-7. Disponible en: https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0014479700025837/type/journal_article
 94. Carr MK V., Lockwood G. The Water Relations and Irrigation Requirements of Cocoa (*Theobroma Cacao L.*): A Review. *Exp Agric* [Internet]. 2011 [citado 11 de diciembre de 2016];47:653-676. Disponible en: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S001447970900787X
 95. September U, Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Hom D, et al. Designing a Results Framework for Achieving Results: a How-To Guide [Internet]. Vol. 26, *Bmj*. 2014. a1655 p. Disponible en: <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-publhealth-032013-182440%5Cnhttp://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3937073&tool=pmcentrez&rendertype=abstract%5Cnhttp://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an>
 96. PANG JTY, LOCKWOOD G. A RE-INTERPRETATION OF HYBRID VIGOUR IN COCOA. *Exp Agric* [Internet]. 1 de julio de 2008 [citado 3 de agosto de 2023];44(3):329-38. Disponible en: https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0014479708006431/type/journal_article
 97. Somarriba E. *Proyecto Cacao Centroamérica (PCC) El cacao está de moda*. 2008;
 98. Vaast P, Somarriba E. Trade-offs between crop intensification and ecosystem services: the role of agroforestry in cocoa cultivation. Vol. 88, *Agroforestry Systems*. Kluwer Academic Publishers; 2014. p. 947-56.
 99. Beer J, Muschler R, Kass D, Somarriba E, Kass, D, et al. Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems*. 1998;38:139-164.
 100. Somarriba E, Lopez-Sampson A, Turrialba C, Rica C. *Coffee and Cocoa Agroforestry Systems: Pathways to Deforestation, Reforestation, and Tree Cover Change* [Internet]. 2018. Disponible en: www.worldbank.org
 101. Somarriba E, Peguero F, Cerda R, Orozco-Aguilar L, López-Sampson A, Leandro-Muñoz ME, et al. Rehabilitation and renovation of cocoa (*Theobroma cacao L.*) agroforestry systems. A review. *Agron Sustain Dev* [Internet]. 16 de octubre de 2021 [citado 3 de agosto de 2023];41(5):64. Disponible en: <https://link.springer.com/10.1007/s13593-021-00717-9>
 102. Wood GAR, Lass RA. *Cocoa*. 4.a ed. Wrigley G, editor. London; 1985.
 103. *Guía#2: Diseño y establecimiento del cacao / Sección: Temas claves para aprender*. 2023.
 104. NOAA Climate Data Online Data Tools.
 105. Ramos-Scharrón CE, Arima E. Hurricane María's Precipitation Signature in Puerto Rico: A Conceivable Presage of Rains to Come. *Sci Rep*. 1 de diciembre de 2019;9(1).
 106. Van Vliet JA, Giller KE, Slingerland M, Giller KE. Mineral Nutrition of Cocoa: A Review. *Advances in Agronomy* [Internet]. 2017 [citado 21 de julio de 2017];141:185-270. Disponible en: http://ac.els-cdn.com/S0065211316301237/1-s2.0-S0065211316301237-main.pdf?_tid=e4d-c0c44-6f45-11e7-95e2-00000aab0f27&acd-nat=1500773344_3f2fffa737027d1212a9f9b-

- 855d05c1e
107. Jadin P. Study of mineral fertilization of cacao in the Ivory Coast by means of soil diagnosis. *Cafe Cacao The.* 1972;16(3):204-18.
 108. Jadin P. Mineral fertilizing - particularly potassium - of cacao in the Ivory Coast based on soil C analysis. *Séminaire sur le Potasse.* Berne: Institut International de la Potasse; 1980. p. 234-50.
 109. Marrocos PCL, Loureiro GAH de A, Araujo QR de, Sodr e GA, Ahnert D, Escalona-Valdez RA, et al. Mineral nutrition of cacao (*Theobroma cacao* L.): relationships between foliar concentrations of mineral nutrients and crop productivity. *J Plant Nutr.* 14 de junio de 2020;43(10):1498-509.
 110. Rosas-Patiño G, Puentes-P aramo YJ, Menjivar-Flores JC, Rosas-Patiño G, Puentes-P aramo YJ, Menjivar-Flores JC. Efecto del pH sobre la concentración de nutrientes en cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Amazonia Colombiana. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica* [Internet]. 30 de junio de 2021 [citado 5 de agosto de 2023];24(1). Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262021000100004&lng=en&nrm=iso&tlng=es
 111. Puentes-P aramo YJ, Menjivar-Flores JC, G mez-Carabalí A, Aranzazu-Hernández F. Absorpci n y distribución de nutrientes en clones de cacao y sus efectos en el rendimiento. *Acta Agron.* 2014;63(2):145-52.
 112. Furcal Beriguete P. Extracción de nutrientes por los frutos de cacao en dos localidades en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana.* 12 de diciembre de 2016;28(1):113.
 113. MOCCA. Rehabilitación y Renovación Agroforestal (RRAF) de Cacaotales.
 114. van Vliet JA, Giller KE. Mineral Nutrition of Cocoa. En 2017 [citado 3 de agosto de 2023]. p. 185-270. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0065211316301237>
 115. Van Vliet JA, Slingerland M, Giller KE. Mineral Nutrition of Cocoa A Review. 2015.
 116. Cocoa bean production, 2021 [Internet]. [citado 4 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://ourworldindata.org/grapher/cocoa-bean-production>
 117. Niikoi Kotey R, Asomaning Odoom D, Kumah P, Oppong Akowuah J, Fobi Donkor E, Kwatei Quartey E, et al. Effects of Fermentation Periods and Drying Methods on Postharvest Quality of Cocoa (*Theobroma Cacao*) Beans in Ghana. Romeo F V, editor. *J Food Qual* [Internet]. 2022;2022:7871543. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2022/7871543>
 118. Rodríguez-Campos J, Escalona-Buend a HB, Contreras-Ramos SM, Orozco-Avila I, Jaramillo-Flores E, Lugo-Cervantes E. Effect of fermentation time and drying temperature on volatile compounds in cocoa. *Food Chem* [Internet]. 2012;132(1):277-88. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814611015317>
 119. Irish BM, Goenaga R, Park S, Kang S. First Report of *Phytophthora palmivora* , Causal Agent of Black Pod, on Cacao in Puerto Rico. *Plant Dis.* agosto de 2007;91(8):1051-1051.
 120. Puig s. A, Goenaga R, Gutiérrez O. Identificación y manejo: virus del mosaico suave del cacao (CaMMV- cacao mild mosaic virus). USDA, FITOPATOLOGÍA. agosto de 2020.





Impulsado por:



STEM EDUCATION &
WORKFORCE DEVELOPMENT



Fideicomiso para Ciencia,
Tecnología e Investigación
de Puerto Rico