

**II Seminário de Corantes Naturais para Alimentos
I Simpósio Internacional de Urucum**

**CARACTERIZACION Y EVALUACION DE ALGUNAS INTRODUCCIONES
DE ACHIOTE EN TURRIALBA, COSTA RICA**

**G.A. ENRIQUEZ
J. ARCE**

CARACTERIZACION Y EVALUACION DE ALGUNAS INTRODUCCIONES DE ACHIOTE EN TURRIALBA, COSTA RICA

G.A. ENRIQUEZ¹
J. ARCE²

RESUMEN

Se hace un análisis socio-económico bastante rápido sobre el achiote en Costa Rica y Ecuador, que son los países, junto con Colombia, que más producen este rubro para la exportación y se hace un resumen sobre el conocimiento actual de la biología floral.

Se realizó la caracterización y evaluación (de 1985 a 1986) de una población sobreviviente de introducciones de Guatemala y Honduras colectadas durante los años de 1983-84.

Dentro de la caracterización se consideran datos como la visibilidad de las panículas, el color de la flor y de las cápsulas, la forma y la espinosidad de la cápsula y el largo de sus espinas, la forma del ápice y la base del fruto y su dehiscencia. Del fruto también se estudió el largo, el ancho y el grosor.

Se evaluaron los componentes del rendimiento, como el número de panículas y de frutos por planta, se estimó el número de frutos por panícula. Se estableció el número de semillas por fruto, el peso seco de 100 semillas y el rendimiento (peso) de semilla seca (8% de humedad). También se determinó el porcentaje de bixina y de aceite.

Se evaluaron la resistencia a las enfermedades y las plagas que se presentaron en Turrialba, durante el tiempo que duró el estudio tanto en el tallo como las hojas, ramas y frutos.

Se encontró una amplia segregación de caracteres, notándose que en la mayoría de los casos el tamaño de la muestra es muy pequeña para tener una muestra representativa. Se hace una serie de recomendaciones para futuros trabajos especialmente para el mejoramiento del cultivo.

SUMMARY

A brief socio-economic study of annatto crop (*Bixa orellana* L.) in Costa Rica and Ecuador was done, because these countries, with Colombia, are the major producers of this crop for exportation. A summary of the floral biology was done.

A description and evaluation was done during 1985-86 from a surviving population of collected annatto entries from Guatemala and Honduras introduced in Turrialba during 1983-84.

The following parameters were used for the characterization of the plants: the visibility of the panicle, colour of the flower and capsule, shape and thorny of the capsule, length of the buckthorn, shape of the apex and base of the fruit and its dehiscence. The length, width and thickness of the fruit was also characterized.

1 — FUNDAGRO Ap. 17-16-219 Quito, Ecuador.

2 — CATIE, Turrialba, Costa Rica.

II Seminário de Corantes Naturais para Alimentos
I Simpósio Internacional de Urucum

The yield components were evaluated like the number of panicles and fruits per plant. The number of fruit per panicle was estimated. The number of seeds per fruit, the dry weight of 100 seeds (8% humidity) and the yield per plant of dry seed was studied. The percentage of bixina and oil was also analyzed and studied.

A large segregation in all parameters was found. In most of the characteristics the sample too small, in and within the entries. Several recommendations for future work specially on plant breeding was done.

INTRODUCCION

En cultivo del achiote en América Tropical es muy antiguo, pues cuando los españoles llegaron al continente los americanos usaban con diferentes objetivos. Se embadurnaban en el cuerpo con la finalidad de protegerse contra las picaduras de algunos insectos (Sánchez, 1965; El Achiote, 1977; Velástegui, 1989) y resistían mejor cualquier inclemencia del clima como cambios bruscos, lluvias, exceso de sol, etc, el hombre que se cubre con achiote en cuerpo, se siente bien cuando sale al campo (Velástegui, 1989; Ocampo, 1983).

Los aborígenes lo usaban como medicina, por muchos años se le han asignado propiedades para curar la disentería, para ayudar la digestión de otros alimentos, para la angina, para el dolor de cabeza, para curar quemaduras (Sánchez, 1965).

Ha servido para colorear alimentos, hoy en día se lo usa también para colorear mantequilla, quesos, se le provee a las gallinas, con la finalidad de colorear las yemas de los huevos, debido a su alto contenido en carotina y en vitamina A por lo que lo usan como complemento alimenticio (ANAI, 1985; El Achiote, 1977).

Otro uso muy común que se le dió al achiote en el pasado fue el de tinturar las telas de varios colores que van del amarillo al anaranjado y en algunas ocasiones el rojo, cada uno con variedades especiales que ellos conocían (Velástegui, 1989; García, 1955).

A mediados de este siglo con la proliferación de los colorantes sintéticos, la importancia de esta planta como un cultivo comercial prácticamente desapareció, pues solamente quedó como un producto de consumo local o casero que tenía importancia solamente a nivel local en algunos pueblos de Centro y Sur América.

Con las medidas de prohibir la mayoría de los colorantes artificiales o sintéticos, tanto en Norte América como en Europa, la importancia de los colorantes vegetales entre los que figura el Achiote, es muy grande y se ha convertido en uno de los cultivos económicos importante, para algunos lugares cuyo clima se ha vuelto inadecuado para otros cultivos remunerativos o que con cambios climáticos se ha convertido en áreas más secas, pues el achiote es tolerante a la sequía. Además, como cultivo cacerío o de jardín como ha sido, no tiene muchos problemas sanitarios en el campo. Se conoce que tiene pocos o ningún problema entomológico y al menos, solo una enfermedad importante que ataca las hojas (el oidium).

En la actualidad las exportaciones de algunos países centroamericanos y del sur alcanzan algunos millones de dólares, aunque las estadísticas son muy escasas y en ocasiones no reflejan la verdad del mercado. Se conoce que hay una gran demanda en Norte América y Europa. Entre los países americanos que más exportan achiote se mencionan Ecuador y Costa Rica, pero el cultivo se hace en cualquier lugar de América tropical.

Tanto en Colombia como Ecuador el uso del Achiote es tradicional aún hoy en día entre algunas de las tribus aborígenes (Sánchez, 1955; Velástegui, 1989; Ocampo, 1983).

**II Seminário de Corantes Naturais para Alimentos
I Simpósio Internacional de Urucum**

En Ecuador para los pueblos del Noroccidente, el Achiote es la base de su cultura. En esta zona hay poblados que pertenecen al grupo denominado los **Cocaniguas**, este vocablo quiere decir "Matriz de Pueblo", "Símbolo del Achiote" o "Semilla de fuego". El poblado de este tipo de aborígenes tiene la disposición como de un recimo de cápsulas de achiote, cada cápsula representa un grupo de habitación en la cual hay varias familias; cada casa está unida por caminos de tierra o porsbrazos de río que convergen a uno grande o central que también es la fuente de alimentos y vía de comunicación (Costales, 1956). También cada cápsula puede representar pozas o atajos de agua en donde se realizan ceremonias religiosas con algo de mágico por los sacerdotes de su religión. Al rededor de este lugar en general se hacen los cultivos alimenticios y el del achiote como uno de los más importantes.

A estos habitantes se les llama modernamente Indios Colorados y habitan una zona montañosa bastante grande al occidente de Quito, la capital de la República del Ecuador. Como se dijo anteriormente, ellos consideran la habitación como la cápsula del achiote, a las semillas se las compara como las personas que al nacer son prometedoras igual que una semilla que cae en buen suelo y se adapta adecuadamente al ambiente. Este tipo de concepto evolucionó tanto que para esos aborígenes el achiote es más que esencia misma de su vida y se cuentan relatos y narraciones sobre el origen mágico del pueblo alrededor de la cultura del achiote. Su cultura ha pasado hasta nuestros días, por cuanto no fueron conquistados por los españoles, por esta razón ellos son libres y tratan a las personas de otras razas como sus semejantes y siguen siendo dueños de sus tierras, son muy orgullosos de las costumbres ancestrales una de ellas es salir a casería pero recubierto (embijado) su cuerpo con achiote, tan pronto regresa a su morada se vuelve a embijar o frotarse con el achiote, para "recobrar su vigor y flexibilidad" (Velástegui, 1989).

Esta manera de frotarse con el achiote, según ellos, le permite protegerse no solo contra lastimaduras provocadas por ramas o espinas en la selva, sino que les protege en forma mágica contra los espíritus adversos, como es insoluble en el agua, le permite deslizarse en los ríos con tanta facilidad como un reptil en agua o en el suelo.

La denominación de Colorados se les dio a estos Indios debido a la pintura de achiote con lo que se cubren de la cabeza a los pies y que les da una coloración de ladrillo.

El manejo del cabello con el achiote es un rito muy especial, pues el hombre se rasura el cabello por la parte posterior de la cabeza hasta cerca de la corona, esto deja en la parte superior, el pelo bastante largo el que cae hacia adelante, aplicando una buena cantidad de achiote preparado para este propósito, esta preparación produce un color rojo típico. La parte delantera del pelo tiene un tratamiento especial con algunas sustancias pegajosas que antiguamente se extraía de algunos árboles, modernamente usan otras sustancias pegajosas y duras pero la más común es la llamada baselina, que le permite mantener el pelo bastante rígido dando la apariencia de una viera sobre una cabeza calva o sin pelo. Los aborígenes no llevan ropa, generalmente mantienen el cuerpo protegido por el achiote y algunas otras pinturas, tan solo usan una falda a la cintura. Tanto las mujeres como los hombres llevan al cuello adornos metálicos o de hueso y un pañuelo o bufanda. La mujer de los Colorados no se pinta con achiote pero se pinta con otras tinturas, especialmente negras.

ANATOMIA DE LA FLOR Y LA BIOLOGIA FLORAL DEL ACHIOTE

Un aspecto que ha tenido mucha importancia tanto en Centro América como en Sur América, es el aspecto del estudio de la anatomía, morfología de la flor y la biología floral, para iniciar estudios o trabajos de mejoramiento (Gómez, 1980; Rodríguez y Enríquez, 1983).

La flor del Achiote se presenta en inflorescencias compuesta con ramitos pluriflorales definidos. En un racimo de racimos, en forma de panículo. Cada flor se presenta como monocacio múltiple.

Tanto el número de inflorescencias como el número de flores por inflorescencia es muy variable en la especie con rangos muy amplios. Las flores cuajadas o fecundadas en cada inflorescencia tienen una relación bastante baja, generalmente entre 1,5 a 2,0. Las flores en cada panícula maduran en forma progresiva, encontrándose todo tipo de edades desde botones hasta frutos secos. Los botones maduran de 15 a 30 días y los frutos desde la fecundación a cosecha tardan de 60 a 80 días (Rodríguez y Enríquez, 1983).

La flor es actinomorfa regular, hermafrodita, pentámera en el caliz y corola. Ocasionalmente se puede observar algunas corolas con más de 5 pétalos y puede llegar a observarse 8, no es claro su origen (Gómez, 1980).

Los estambres varían mucho en número de 350 a 600 y pueden depender del color de la flor, todos tienen un filamento amarillento de 1,5cm de longitud, todos los estambres tienen dos tecas y dos sacos polínicos, divididos en dos partes, mirando hacia el exterior con deshiscencia porosa-longitudinal y apical. La maduración del grano de polen se produce durante el proceso de apertura de la flor un día antes de que las tecas se abran. El proceso completo de apertura de las flores tarda entre 24 a 27 horas. Los estambres duran solamente un día al igual que los pétalos.

El estigma del pistilo es bilobulado y tiene la forma de periscopio ligeramente inclinado, especialmente cuando tierno, al madurar se endereza ligeramente y se abre como dos valvas. El estilo es filiforme, ligeramente curvado, que se endereza de acuerdo con la madurez hasta que se seca y cae. El ovario es súpero unilocular, con pequeños filamentos dando la impresión de erizado, internamente tiene dos cápsulas con placentación plarietal.

La flor inicia su apertura desde las 4:00 hasta 8:00 a.m. en forma lenta; al siguiente día los pétalos se marchitan y caen, los estambres se enderezan lentamente se abren y sueltan el polen, pero siempre mirando hacia afuera. El estigma también está inicialmente como recogido y va estirándose paulatinamente pero siempre conserva la posición de retorcido, madura como 3 horas después que los estambres han abierto sus tecas y cuando se hace receptivo ya la mayoría de las anteras han lanzado el polen, de tal suerte que no puede autopolinizarse. Este tipo de flor se llama protandria.

El grano de polen sale de las tecas deshidratadas un momento después que la flor termina de abrirse en el segundo día, y pierde su viabilidad luego de 10 a 11 horas. La polinización en general es cruzada entomófila, el cruzamiento puede ocurrir entre flores de una misma planta o con las de otras plantas.

Hay varios insectos que han sido observados polinizando el achiote, una de las especies que más se observa es la Trígona del orden Hymenoptera, tanto en Costa Rica (Rodríguez y Enríquez, 1983) como en Colombia (Gómez, 1980). En Costa Rica la actividad de estos insectos comienza a las 4:45 am. y es intensa a las 5:00 am.

CARACTERIZACION Y EVALUACION

En la mayoría de los cultivos, uno de los factores más importantes en los bajos rendimientos son las enfermedades, de tal manera que en algunos casos esos factores se pueden volver limitantes para el cultivo en una región en un momento determinado.

II Seminário de Corantes Naturais para Alimentos
I Simpósio Internacional de Urucum

En el cultivo del achiote, tanto en Centro como parte de Sur América, las enfermedades no representan aún un problema de singular importancia, pues como el cultivo no se lo ha realizado en forma extensiva sinó mas bien casero o de poca extensión, las enfermedades o plagas no han tomado una importancia significativa. El momento que se hagan plantaciones amplias, algunas de las enfermedades que se pueden detectar en el Achiote, pueden resultar de importancia económica o incidir significativamente en los rendimientos.

En el CATIE por algún tiempo se han venido haciendo introducciones de varios lugares de Centro América, especialmente Guatemala y Honduras por medio de la Unidad de Germoplasma de Turrialba (CATIE, 1984).

Estas introducciones se han venido describiendo y evaluando en diferentes formas. El presente artículo tiene por objetivo presentar algunos de los resultados de esas descripciones y evaluaciones de 81 introducciones que se han adaptado a la localidad de Turrialba. En la presente se estudiará como una población, teniendo en cuenta que cada entrada o selección tiene 1 y 6 plantas (Ver Cuadro 1).

CUADRO 1. Identificación y procedencia de las introducciones al catie por familias y número de plantas de cada uno, 1983.

No. de introducción	No. de plantas	Procedencia
HONDURAS		
10885	5	Playitas, Comayagua
10922	6	San Jerónimo, Comayagua
11002	3	Zaragoza, Comayagua
11180	3	Llano verde, Zacosas
11329	2	La Villa de San Antonio, Comayagua
GUATEMALA		
11395	5	San Pedro de los Angeles Izabal
11448	4	San Francisco de Flores, Petén
11470	5	San Francisco de Flores, Petén
11521	3	Las Flores, Petén
11533	2	La Libertad de Flores, Petén
11539	2	La Libertad de Flores, Petén
11549	6	Km. 56 vía a Flores, Petén
11550	4	Km. 56 vía a Flores, Petén
11570	1	San Juan de Dios, Petén
11571	2	San Juan de Dios, Petén
11578	1	Santa Ana, Petén
11579	5	Santa Ana, Petén
11584	4	Purasila, Petén
11624	3	El Nap, Petén
11628	1	El Chae, Petén
11629	3	El Chae, Petén
11630	5	El Chae, Petén
11646	6	Palencia

CAÁCTERIZACION DE LAS PLANTAS

La Unidad de Recursos Fitogenéticos tomó estos datos durante algún tiempo, especialmente durante el año 1985 y fueron tabulados por la misma Unidad.

VISIBILIDAD DE LAS PANICULAS

Una característica que es muy notoria en la planta es que las panículas esten expuestas y se vean notoriamente. La presente población tuvo solamente 2 (2,5%) plantas con um bajo grado de exposición de las panículas, 59 (72,8%) plantas fueron intermedias y 20 (24,7%) tiene un alto grado de exposición.

COLOR DE LA FLOR

El color de la flor es otra característica que se distingue claramente. La población presenta 28 (34,6%) plantas con blanca pálido; 14 (17,3%) plantas con blanco rosado; 8 (9,9%) plantas blanco; 26 (32,1%) plantas rosadas y 5 (6,2%) plantas color rosado púrpura, lo que nos hace ver una mayor cantidad de flores de color blanco y rosado, siendo en menos cuantía las de color rosado púrpura.

COLOR DE LA CÁPSULA

El color de la cápsula es una característica bastante variable entre las líneas. En la presente población se encontraron 5 (6,2%) de color amarillo con tonalidad rojiza; 32 (39,5%) plantas tienen la cápsula color verde con diferentes matices que van desde el verde claro (1), amarillento (7), grisáceo (22) al verde intenso (2). Se detectaron 21 (25,9%) plantas con las cápsulas marrón, que también variaba un poquito del marrón-rojizo (10) al marrón-violeta (8). Cuatro (4,9%) plantas tenían las cápsulas de un color mas bien violeta-marrón. Once (13,6%) plantas tenían la coloración roja (1) que también variaban al rojo-marrón (6) al rojo grisáceo (4).

ESPINOSIDAD DE LA CÁPSULA

La espinosidad del fruto se refiere a la presencia o ausencia de espinas en el fruto y se encuentran de la siguiente manera: sin espinas 8 (9,9%) plantas, muy bajo o pocas espinas 6 (7,4%) plantas, bajo número de espinas y cortas 13 (16%) plantas, alto número de espinas y las basales bastante, largas 17 (20,2%) individuos y finalmente las muy espinosas que son la mayoría 37 individuos o sea el 46 por ciento.

LARGO DE LAS ESPINAS

En general parece que el largo de las espinas está asociado a la cantidad de espinas. La presente población tiene 7 (8,6%) plantas sin espinas, una planta presentó rudimentos de espinas (anteriormente se clasificó 8 en la categoría de sin espinas). Quince (18,5%) plantas tenían espinas muy cortas; 7 (8,6%) con espinas cortas; 16 (19,7%) plantas presentan espinas largas y 36 o sea el 44% espinas muy largas, esta cifras están muy parecidas a la espinosidad del fruto, por lo cual se amaría hacer un estudio más profundo de estas dos categorías de descriptores para entender mejor su relación.

FORMA DE LA CÁPSULA

La forma del fruto es una de las características que los productores más usan para diferenciar sus variedades o ecotipos que seleccionan para la siembra (Ocampo, , 983). La población en estudio presenta solamente tres formas del fruto, el 48% (39) tienen frutos de forma cónica, el 22% (18) tienen frutos ovoides y el 30% (24) tienen frutos hemisféricos, sin embargo esta descripción no es muy clara y hay que definir mejor por medio del ápice y la base.

FORMA DEL APICE DEL FRUTO

La mayoría de los frutos son de forma puntiaguda en el ápice pues el 63% de los frutos (51) son de esta forma, el 7% (6) tienen el ápice de forma aguda, el 5% (4) tienen su ápice obtuso y el 25% (20) lo tienen redondeado.

FORMA DE LA BASE DEL FRUTO

La mayoría de los frutos son de base redondeada característica que la presenta el 69% (56) de la población, el 6% (5 frutos) tiene la base plana, dándole una forma peculiar a algunos frutos, especialmente aquellos que tienen el ápice bien puntiagudo. El 25% (20) de los frutos se presentaron con una base semi ondulada, es decir con una pequeña depresión en la parte central de la base.

DEHISCENCIA DEL FRUTO

De la presente población, todos los frutos cuando maduros fueron indehiscentes, esto seguramente se debe a que estas poblaciones ya fueron seleccionadas por los agricultores por varios años, pues no es difícil encontrar en poblaciones semisilvestres o abandonadas plantas que presentan una dehiscencia muy temprana. Se encontró que al secarse el fruto, solamente el 20% (16) de ellos fueron dehiscentes y el 80% indehiscentes, lo cual en cierta forma causa un poco más de trabajo la extracción de las semillas durante el trillado, pero tienen la ventaja de que no se seca mucho la semilla ni le entra a la cápsula ningún problema sanitario pre-trillado.

CARACTERÍSTICAS DEL FRUTO

Siendo el fruto del achiote el componente más importante del rendimiento, se hizo una caracterización, lo más completa posible.

LONGITUD DEL FRUTO

En el Cuadro 2 se presenta las características longitud del fruto, expresado en cm, la cual tiene una distribución bastante más normal, que las otras características o evaluaciones. El promedio está comprendido dentro del tercer rango, aunque este no tiene la mayor frecuencia, la cual está localizada hacia el segundo rango (30,9%). En general se puede decir que no hay extremos muy acentuados o con diferencias grandes.

ÁNCHURA DEL FRUTO

Esta característica se describe en el Cuadro 3, donde se puede observar una distribución de frecuencia muy parecida a la anterior, pero, sin los dos picos altos. El promedio también está comprendido en la tercera clase o rango, que tampoco tiene la frecuencia más alta (19,7%), la cual se halla en la segunda clase o rango con 38,3%. La desviación estándar es bastante baja comparada con el promedio y el mínimo y el máximo no son muy extremos. La asimetría es baja pero la curtosis es mediana y negativa.

II Seminário de Corantes Naturais para Alimentos
I Simpósio Internacional de Urucum

CUADRO 2. Distribución de frecuencia de la longitud del fruto, longitud mínima, máxima y promedio, desviación estandar, asimetría y curtosis, 1989.

Rango cm		Frecuencia	%		
2,0 – 2,16		14	17,3		
2,9 – 3,7		25	30,9		
3,8 – 4,6		20	24,7		
4,7 – 5,5		10	12,3		
5,6 – 6,4		12	14,8		
Minimo	Maximo	Promedio	Desvia.estant.	Asimetria	Curtosis
2,3	6,1	3,98	1,13	0,44	-1,00

CUADRO 3. Distribución de frecuencias del ancho del fruto, anchura mínima, máxima y promedio, desviación estandar, asimetría y curtosis, 1989.

Rango cm		Frecuencia	%		
1,61 – 2,16		12	14,8		
2,17 – 2,72		31	38,3		
2,73 – 3,28		16	19,7		
3,29 – 3,84		15	18,5		
3,85 – 4,40		7	8,6		
Minimo	Maximo	Promedio	Desvia.estant.	Asimetria	Curtosis
1,7	4,3	2,81	0,64	0,31	-0,65

GROSOR DEL FRUTO

El grosor del fruto, junto con las 2 medidas anteriores, el ancho y el largo, es en general una medida que puede estar influenciada fuertemente por el número de semillas desarrolladas dentro del fruto, sin embargo se pueden ver que la variación del grosor de los frutos, dentro de una planta con diferente número de semillas es sensiblemente diferente. En el presente estudio lamentablemente no se realizó el estudio de la variación dentro de cada planta, la cual se recomienda hacerlo, para tener una mejor idea para la descripción de estas características y sus relaciones.

La presente población (Cuadro 4), presenta la distribución de frecuencias que más se asemeja a una distribución normal, por eso su asimetría es sumamente baja (0,08), aunque tiene una pequeña curtosis negativa (-0,76).

Su mínimo y su máximo son 1,4cm y 2,7cm, lo que da una amplitud bastante baja, el promedio (2,05) está comprendido dentro del tercer rango y coincide bastante bien con la mediana (2,03). La desviación estandar es la más baja de todas las características estudiadas (0,36) y esta comprendida más de 5 veces (5,69) en el promedio.

II Seminário de Corantes Naturais para Alimentos
I Simpósio Internacional - Urucum

CUADRO 4. Distribución de frecuencia del grosor del fruto en centímetro. Grosor mínimo, máximo, promedio, desviación estandar, asimetría y curtosis, 1989.

Rango cm		Observaciones	%		
1,31 - 1,59		8	9,8		
1,60 - 1,88		13	16,0		
1,89 - 2,17		31	38,3		
2,18 - 2,46		15	18,5		
2,47 - 2,75		14	17,3		
Minimo 1,4	Maximo 2,7	Promedio 2,05	Desvia.estand. 0,36	Asimetria 0,08	Curtosis -0,76

EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

NÚMERO DE PANÍCULAS POR PLANTA

Dentro de los componentes del rendimiento uno de los más importantes es el número de panículas que tiene la planta, es decir la habilidad de los brotes terminales en transformarse en panículas productivas. La población estudiada tiene una variación muy amplia en esta característica, pues su rango de variación es muy amplio; la planta que menos panículas presentó fue 7 comparado con 936 que fue la máxima (ver Cuadro 5), el promedio fue de 283,4 panículas por planta, como puede verse en el mismo Cuadro, la desviación estandar es bastante alta, cercana al promedio (208). El número bajo de panículas por planta es más frecuente, pues el 75% tienen menos de 380 panículas, mientras que solamente el 5% tienen más de 760 panículas. Este hecho de la gran variación en esta característica, promete mucho para hacer selecciones como padres muy promisorios o como clones, si las otras características fueran apropiadas. En todo caso dentro de la población estudiada, la línea con más panículas proviene de entrada 11656, planta #6. La mayoría de las familias son consistentes dentro de ellas en el número de panículas por planta, pero en la familia 11180 en Llano Verde, Zacopos, Honduras, que tiene 3 plantas, una planta tiene el mínimo (7 panículas) la otra planta cerca del promedio (312 panículas) y la tercera es la segunda más alta con 860 panículas, lo cual nos hace ver que es una población muy variable, lamentablemente solamente hay 3 plantas.

CUADRO 5. Distribución de frecuencias del número de panículas por planta, mínimo, máximo, promedio, desviación estandar y asimetría y curtosis, 1989.

Rango cm		Observaciones	%		
1 - 190		31	38		
191 - 380		30	37		
381 - 570		12	15		
571 - 760		5	6		
761 - 950		4	5		
Minimo 7	Maximo 9,36	Promedio 283,4	Desv.est. 208,0	Asimetria 1,18	Curtosis 1,12

NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA

Esta característica (Cuadro 6) es bastante similar en su distribución porcentual que el número de panículas a pesar de que el número de frutos por panícula es bastante variable como veremos más adelante. El 81,5% del número de frutos por planta pertenecen a los dos rangos más bajos (menos de 2730 frutos por planta) y solamente el 1,2% está en el rango más alto con una planta de 6769 frutos, que corresponde a la población 11180 planta 3 que habíamos visto anteriormente como la segunda más alta en el número de panículas por planta (860 panículas). La planta con menos frutos es 39 correspondiente a la planta 1 de la misma entrada, lo cual confirma lo anteriormente discutido sobre esta población. El promedio de frutos por planta (1.699,2 frutos) está comprendido cerca de la parte baja del segundo rango de la distribución.

En este caso también la desviación estándar es poco menos que el promedio, debido a la alta variabilidad. La asimetría es parecida a la distribución anterior pero la curtosis es mayor, puesto que el primer rango es mayor en este caso (45,7%), es decir que la curva de la población se acerca más hacia el menor número de frutos por planta, la muestra para estas dos características, parecen mas bien parte de una sola cola, por lo que la curtosis es bastante alta.

CUADRO 6. Distribución de frecuencia del número de frutos por planta, mínimo, máximo, promedio, desviación estándar, asimetría y curtosis, 1989.

Rango		Observaciones	%		
30 – 1380		37	45,7		
1381 – 2730		29	35,8		
2731 – 4080		11	13,6		
3081 – 5430		3	3,7		
5431 – 6780		1	1,2		
Minimo	Maximo	Promedio	Desvia.estand.	Asimetria	Curtosis
39	6.769	1.699,2	1.296,5	1,21	2,05

FRUTOS POR PANÍCULA

Esta característica es una estimación dividiendo el número de frutos por planta para el número de panículas por planta, por lo tanto la estimación de la desviación estándar como de la asimetría y la curtosis tiene un ligero error ("bias") o sesgo.

En el Cuadro 7 se presenta la distribución de frecuencia de la estimación del promedio de frutos por panícula, donde también se puede ver que hay una tendencia de mayor número de plantas con pocos frutos por panícula, pues el 65,4% de ellos tienen menos de 8 frutos por panícula, mientras que solamente el 7,4% tienen más 17 frutos por panícula.

El promedio mínimo es de 1,21 y el máximo de 20,19 frutos, el promedio general es 6,95 frutos que está en el segundo rango. La desviación estándar está un poco más diferente del promedio que los dos casos anteriores, pero aún sigue siendo bastante alta. La forma de la curva es asimétrica y la curtosis se desvía bastante más del resto por cuanto el segundo rango tiene un porcentaje bastante menor que el primero, por lo tanto se precipita muy fuertemente la curva y al final se nivela, lo que semeja una sola cola de la distribución.

II Seminario de Corantes Naturales para Alimentos
I Simposio Internacional de Urucum

CUADRO 7. Distribución de frecuencias de la estimación del promedio de frutos, por panícula, mínimo, máximo, promedio, desviación estandar, asimetría y curtosis, 1989.

Rango		Observaciones	%		
1 - 4,9		34	42,0		
5 - 8,9		19	23,4		
9 - 12,9		16	19,7		
13 - 16,9		6	7,4		
17 - 20,9		6	7,4		
Minimo	Maximo	Promedio	Desvia.stand.	Asimetria	Curtosis
1,21	20,19	6,95	4,91	0,85	-0,17

NÚMERO DE SEMILLAS POR FRUTO

El número de semillas por fruto es un componente muy importante del rendimiento y depende muchísimo de la polinización. La distribución de frecuencia de esta característica se encuentra en el Cuadro 8, donde podemos ver por primera vez, durante este estudio, una distribución bastante normal comparada con las anteriores distribuciones, sin embargo, el segundo rango es mayor que el cuarto y el primero, menor que el último o quinto rango por lo que la distribución pierde ligeramente su simetría y su curtosis es alta.

El promedio encontrado en esta población es de 33,21 semillas por fruto, que es superior al detectado por Enríquez y Salazar (1983), que fue de 28,79 en otra población de diferente origen, en Costa Rica. Estos mismos autores encontraron que el promedio mínimo de un árbol fue de 7,73 semillas por fruto, mientras que durante la presente investigación el mínimo es de 16. El máximo número de semillas en la presente investigación fue de 52 semillas, mientras que Enríquez y Salazar (1983) encontraron una planta que tenía 62 semillas por fruto en promedio durante el estudio que duró dos años. La desviación estandar es bastante baja proporcionalmente a las otras características ya analizadas. La asimetría es baja y la curtosis muy poco sensible, pues los datos tienden a tener una distribución normal como vimos anteriormente.

CUADRO 8. Distribución de frecuencias del número de semilla por fruto, número mínimo, máximo y promedio, desviación estandar, asimetría y curtosis, 1989.

Rango		Observaciones	%		
15 - 22		1	1,2		
23 - 30		23	28,4		
31 - 38		43	53,1		
39 - 46		11	13,6		
47 - 54		3	3,7		
Minimo	Maximo	Promedio	Desvia.estand.	Asimetria	Curtosis
16,0	52,0	33,21	6,01	0,40	1,26

PESO SECO DE 100 SEMILLAS

El peso de 100 semillas nos da una idea del tamaño de la semilla y de la cantidad de varios componentes que lleva intrínsecamente en sí, uno de ellos lógicamente es la bixina que es la parte más importante de la explotación comercial actual, pero si el cultivo se aprovecha con otros fines como la alimentación aviar y como abono, entonces el peso toma una gran importancia. En el presente estudio esta población tiene un promedio de peso al 8% de humedad (Cuadro 9) de 1,66gr. lo cual es bastante bajo comparada con otras poblaciones como la descrita por Enríquez y Salazar en 1983 en la cual el promedio de la población fue de 2,37gr. lo que representa tan solo el 70% de la primera población descrita; sin embargo el valor mínimo de ambas poblaciones es muy similar, en la presente población es de 0,5 gr. y en la descrita anteriormente fue de 0,54, perteneciente a la población Oriente-2 que hemos ya visto anteriormente. El máximo peso de esta población fue de 3,2 gr. mientras que en la descrita por Enríquez y Salazar (1983) fue de 7,5 gr. de una familia local denominada IICA-5014.

La distribución de frecuencia en realidad tiende a concentrarse hacia lo medio-bajo con el 90% de las plantas, teniendo en el extremo superior tan solo 1,2%, al revisar los datos individuales, nos encontramos que las familias 11329 y 11549 son las que tienen pesos más altos, le sigue las familias 11630 y 11646, perteneciendo 3 de las 4 familias a las Colecciones de Guatemala.

La desviación estandar es bastante baja 0,42 y es muy diferente al promedio, tiene alguna asimetría y la curtosis es la segunda más alta.

CUADRO 9. Distribución de frecuencia del peso seco de 100 semillas, peso mínimo, máximo y promedio, desviación estandar, asimetría y curtosis, 1989.

Rango gr		Observaciones	%			
0,5 – 1,0		3	3,7			
1,1 – 1,6		37	45,7			
1,7 – 2,2		36	44,4			
2,3 – 2,8		4	4,9			
2,9 – 3,4		1	1,2			
Minimo	Maximo	Promedio	Desvia. estand.	Asimetría	Curtosis	
0,5	3,2	1,66	0,42	0,46	1,76	

RENDIMIENTO DE SEMILLA SECA

El rendimiento es el peso total de la semilla seca (8% de humedad) producida por cada planta durante un año, expresado en kg/planta.

La distribución de frecuencia (Cuadro 10) está completamente desviada hacia las clases de inferior rendimiento, el 64% de la población se encuentra en la clase menos productiva y apenas el 10% en las 3 clases más productivas, tomando en cuenta que la máxima producción es de 5,98kg/planta, lo cual es muy bajo comparado con la información de Enríquez y Salazar (1983) quienes describen un experimento, manejado en forma muy diferente y cuyo máximo rendimiento fue el de una planta que produjo 32,78kg/planta, promedio de dos años, de la población Oriente-2.

II Seminário de Corantes Naturais para Alimentos
I Simpósio Internacional de Urucum

La media de rendimiento de esta población es de 1,02kg/planta, la desviación estandar no es muy alta (0,95) la curva es muy asimétrica y la curtosis es la más desviada que hemos visto en las distribuciones de frecuencia.

Por lo examinado en la presente población los autores creen que no es conveniente que se seleccione plantas o poblaciones por el rendimiento dentro de las colecciones, puesto que las plantas no tienen la oportunidad de expresar su potencial bajo esas condiciones. Es necesario tener en cuenta otra característica para hacer las primeras selecciones, ya sea por plantas individuales o por familias.

CUADRO 10 Distribución de frecuencias de rendimiento en kg/planta (8% de humedad), rendimiento mínimo, máximo y promedio, desviación estandar, asimetría y curtosis, 1989.

Rango kg		Observaciones	%		
0,01 – 1,21		52	64,2		
1,22 – 2,42		21	25,9		
2,43 – 3,63		7	8,6		
3,64 – 4,84		0	0,0		
4,85 – 6,05		1	1,2		
Minimo	Maximo	Promedio	Desvia.estand.	Asimetría	Curtosis
0,01	5,98	1,02	0,95	2,20	8,29

PORCENTAJE DE BIXINA

El contenido de bixina, es la característica más importante dentro del cultivo de achote, pues de ésta depende el rendimiento de material utilizable por área de cultivo.

Como se puede ver en el Cuadro 11, hay una pequeña tendencia a la distribución normal en la población estudiada, pero se nota que hay una pequeña desviación hacia las clases de contenido bajo de la bixina.

CUADRO 11. Distribución de frecuencia del porcentaje de bixina, porcentaje mínimo, máximo y promedio, desviación estandar, asimetría y curtosis, 1989.

Rango		Observaciones	%		
1,55 – 2,40		12	14,8		
2,41 – 3,26		27	33,3		
3,27 – 4,12		19	23,4		
4,13 – 4,98		15	18,5		
4,99 – 5,84		8	9,9		
Minimo	Maximo	Promedio	Desvia.estand.	Asimetría	Curtosis
1,6	5,8	3,48	0,97	0,36	-0,45

II Seminário de Corantes Naturais para Alimentos
I Simpósio Internacional de Urucum

El contenido mínimo de bixina en una planta dentro de esta población es de 1,6% y el máximo de 5,8%, este máximo se da en la población 11549 donde 5 de las 6 plantas tienen alto contenido, pero una de ellas tiene el mínimo, este hecho es muy interesante puesto que dentro de la misma familia se encuentran los extremos, esto daría oportunidad para hacer trabajos de mejoramiento con esta familia, con altas posibilidades de progresar rápidamente.

El promedio general para toda la población cae dentro del rango medio de la distribución de frecuencias, característica que no se venía observando en los parámetros antes estudiados, sin embargo la curva tiene una pequeña asimetría y una curtosis negativa pero bajo. La desviación estandar es bastante baja (0,97) comparado con el promedio poblacional (3,48).

PORCENTAJE DE ACEITE

El contenido de aceite del achiote es una característica que no ha sido explotada comercialmente en forma muy extendida, tan solo la aprecian los aborígenes de Ecuador que la usan para ponerse en el cabello y el cuerpo, en este caso el alto contenido de aceite, les permite una mejor utilización del material y una mejor protección para sus quehaceres diarios y las picaduras de insectos. Poca información se obtiene de la literatura. Calzada (1983) menciona que la proporción de aceite varía de 1 a 5% y que tiene de 0,25 a 0,85% de un aceite esencial.

En el presente estudio se encontró (Cuadro 12) que hay árboles que tienen hasta 13,6% de aceite con un mínimo de 2,8% lo que permitiría una selección de genotipos muy interesante para este propósito. Hace falta probar que el alto contenido sea heredable y pueda fijarse en plantaciones extensibles.

El promedio (6,31%) está comprendido dentro del segundo rango, de la distribución de frecuencias, existe una fuerte asimetría hacia el lado de poco contenido con una curtosis bastante alta. La desviación estandar (1,90) es bastante más baja que el promedio.

Es necesario poner mucha atención a esta característica, en vista que promete mucho, puesto que la bixina puede ser aprovechada disuelta en su propio aceite, lo cual le daría una gran ventaja agregada al valor. Es necesario también aprender a manejarla adecuadamente, puesto que puede degradarse, al igual que la bixina, si su conservación no es la adecuada (Avila, 1983).

CUADRO 12. Distribución de frecuencia del porcentaje de aceite, porcentaje mínimo, máximo y promedio, desviación estandar, asimetría y curtosis, 1989.

Rango %		Observaciones	%		
2,80 – 5,00		26	32,1		
5,01 – 7,21		29	35,8		
7,22 – 9,42		22	27,2		
9,43 – 11,63		3	3,7		
11,64 – 13,84		1	1,2		
Minimo	Maximo	Promedio	Desvia.estand.	Asimetria	Curtosis
2,8	13,6	6,31	1,9	0,82	1,62

II Seminário de Corantes Naturais para Alimentos
I Simpósio Internacional de Urucum

EVALUACIÓN DE ENFERMEDADES Y PLAGAS

La presencia de enfermedades, como se dijo anteriormente, es uno de los factores importantes en la limitación de la producción para muchos cultivos, ventajosamente en el achiote los problemas patológicos aún no insiden en forma muy drástica (ANAI, 1985).

HOJAS—CERCÓSPORA

Cuando los árboles son muy sombreados, pueden presentarse la mancha de la hoja (*Cercospora bixae*) que puede terminar con las hojas, porque éstas caen dando la impresión de un agostamiento, si el ataque es fuerte. La presente evaluación se hizo dando 6 categorías de 0 a 9, cero para ninguna infección y 9 muy alta, ésto aplica para todas las evaluaciones de enfermedades (Ver Cuadro 13).

El ataque de la cercóspora en la hoja en la escala de 7 fue de 8 individuos de las poblaciones 11448 y 11584 (Cuadro 13) o sea el 9,9% de la población. Dentro de la escala 3 hubo solamente 4,9%, mientras que la escala 1 o sea muy baja infección tuvo 35,8% el 49,4% no tuvieron ninguna infección.

CUADRO 13. Evaluación de la incidencia de las enfermedades del achiote; en porcentaje de cercóspora en las hojas y corticium del tallo y oidium en hojas, ramas y frutos.

Escala	Cercospora hojas %	Corticium tallos %	Oidium		
			Hojas %	Ramas %	Frutos %
0	49,4	86,4	13,5	8,6	6,2
1	35,8	4,9	11,1	6,2	28,4
3	4,9	1,2	24,7	17,3	40,7
7	9,9	4,9	30,9	11,1	8,6
9	0,0	1,2	19,7	56,8	16,0

TALLO—CORTICIUM

El hongo llamado *Corticium salmonicolor*, ataca a las hojas, frutos y al tallo, causando un ligero daño; puesto que el tallo se vuelve débil, se rompe fácilmente y los frutos en general pueden no llenar bien durante la madurez. Afortunadamente se encuentra una amplia variación en la población estudiada, en el ataque tanto a las hojas como a las ramas o los frutos.

HOJAS—OIDIUM

Más del 50% de las plantas fueron atacadas a las hojas por el oidium, escala 7 y 9 y tan solo el 13,5% de las plantas no presentaron infección. La familia que no presentó infección en las hojas, en ninguna de sus plantas fue la 11002. La familia 10885, presentó una planta con una baja infección (escala 3) mientras que las otras plantas no presentaron infección (escala 0).

Las 6 plantas de la familia 10922, las 3 de las familias 11521 y 11629 y las 5 de la familia 11630, todas presentan una incidencia muy alta (escala 9), lo que les hace familias de poco futuro, a pesar de que algunas de ellas presentan algunas características deseables.

RAMAS—OIDIUM

La infección en las ramas fueron las más fuertes pues el 56,8% de las plantas, presentan muy alta infección, sin embargo hay un 8,6% que no presentan infección. La familia 11002 tiene sus tres plantas sin infección, al igual que no tuvieron en las hojas. Cuatro de las cinco plantas de las familias 10885 no tienen infección, solamente una planta, tiene alta infección, similar que lo que se vio en el ataque a las hojas. Estas plantas requieren de un seguimiento para observar si esta resistencia persiste por varios años.

FRUTOS—OIDIUM

El oidium en los frutos es un problema bien generalizado, pero parece tener poca influencia en el rendimiento final de las plantas, excepto que el ataque sea muy temprano y se comprometa las semillas con la misma u otra enfermedad, o que haya ataque de insectos como consecuencia del daño producido por el *oidium*.

Las dos plantas de la familia 11571 no tienen infección al fruto, pero en cambio tienen una muy alta incidencia (escala 9) en las ramas y de 1 a 3 en las hojas. Esto hace pensar que la resistencia puede ser diferente para cada parte de la planta o que el ataque a los frutos escape por la época de fructificación, desafortunadamente no se tiene el dato de las fechas de fructificación, pero si se conoce que hay diferencias entre familias y entre plantas dentro de familias.

El mayor porcentaje de plantas (40,7%) tienen una calificación de baja infección (escala 3) y 16% tienen una calificación de muy alta infección (escala 9).

La familia 10885 que anteriormente vimos que no tenía infección en las ramas y en las hojas, excepto una planta que era susceptible, tiene las 5 plantas con muy baja infección a los frutos (escala 1), lo que le hace la familia con mejores perspectivas, para el mejoramiento y uso directo de esta característica. Algunas de las plantas de la familia 11646, también presentan buenas perspectivas porque también está segregando para la resistencia.

EVALUACIÓN DE INSECTOS QUE ATACAN EL ACHIOTE

Hay dos tipos de insectos que afectan el achiote en Turrialba. El uno es un lepidoptero (no identificado) que también se le ha encontrado en la zona de Limón (Ocampo, 1983) y en otros países, que ataca y destruye los frutos por medio de las larvas ovipositadas en los frutos jóvenes. Este lepidóptero atacó al 76,5% de las plantas, mientras que a las restantes no se les vio el ataque, nuevamente hace falta un estudio muy profundo para diferenciar si es resistencia genética o escape por época de fructificación, cualquiera de las dos formas de resistencia se puede aprovechar eficientemente, si se hace uso racional y adecuado de ellas, en el mejoramiento de las plantas.

El otro insecto que se detectó en Turrialba fue el llamado *Leptoglossus zonatus*, que ataca a los frutos del 63% de las plantas, destruyéndolos parcialmente y dando paso a otros problemas patológicos de pudrición.

La familia 11521 que no tuvo ataque del insecto, no tiene las panículas expuestas al exterior, esto quizá impidió que el insecto descubra y ataque los frutos, pero esta misma familia en todas sus plantas presentaron daños de la mariposa no identificada.

CONCLUSIONES

Del presente estudio se puede concluir lo siguiente:

1. No se puede recomendar al agricultor directamente materiales evaluados en las colecciones por su gran diferencia, especialmente en el rendimiento, cuando se hace una plantación bien manejada.
2. La no exposición de la panícula puede ser un carácter interesante contra el ataque del insecto llamado *Leptoglossus*.
3. El color de la flor parece ser un buen carácter para distinguir clones o cultivares.
4. El color de la cápsula es una característica bastante bien definida y que varía mucho dentro de las plantas de achiote independiente del origen.
5. El largo de las espinas y la espinosidad de los frutos, como varía bastante entre plantas dentro de familias y entre familias es un carácter de fácil manipulación genética para mejorar el achiote.
6. Las formas del fruto varían bastante entre y dentro de familias, y es una característica que tipifica bien la planta.
7. Toda la población estudiada presenta plantas indehiscentes cuando el fruto está maduro y solo el 20% se vuelven dehiscentes al secarse los frutos.
8. El número bajo de panículas por planta es más común en la población estudiada (75%), solamente un bajo número (5%) tiene un número alto (más de 760 panículas). La gran segregación de este carácter permite hacer mejoramiento en forma más fácil.
9. El número de frutos por panícula y por planta varía bastante dentro de la población que igualmente permitirá un mejoramiento rápido para este componente del rendimiento.
10. El número de semilla por fruto es una característica poco variable y que debe tener muchas influencias exteriores por lo tanto su heredabilidad debe ser baja y debe ser poco útil dentro del mejoramiento, al igual que el peso de las semillas.
11. Tanto el contenido de Bixina como de aceite son características que tienen buena variabilidad dentro de la población y se puede hacer selecciones para aplicación rápido al agricultor o para programas de cruzamientos en el mejoramiento.
12. Las características del fruto tienen amplia variación y sirven para caracterizar la planta en forma bastante típica.
13. Las evaluaciones del ataque de enfermedades y plagas en las Colecciones son de mucha utilidad, por cuanto se puede eliminar mucho material susceptible y permite probar exteriormente solo material con más posibilidades de adaptación en otras zonas.

RECOMENDACIONES

1. Hace falta comprobar que el ataque de insectos es menor en aquellas plantas que no tienen exposición de las panículas en la parte exterior.
2. La mayoría de las evaluaciones y algunas descripciones deben ser realizadas por espacios largos de tiempo o al menos dos o tres cosechas (años).
3. Estudiar las relaciones del tamaño del fruto dentro de un mismo árbol con relación al número de semillas formadas por entender la dependencia de éste, de acuerdo al número de semillas.
4. Probar que el alto contenido del aceite es heredable y que se puede fijar en variedades ricas en bixina y buenas características agronómicas.
5. Probar más estudios sobre la resistencia al oidium y su herencia en todas las partes de la planta.
6. Hacer un seguimiento de la resistencia a las enfermedades a través del tiempo y en diferentes lugares.
7. Estudiar con más detenimiento las diferencias en ataque de los insectos en las familias que están segregando para resistencia.

LITERATURA CITADA

- ANAI. 1985. El Achiote (*Bixa orellana* L.). Proyecto Agroforestal ANAI-CINDE, Talamanca, Limón. 1984-1985. Serie de Boletines Técnicos para el Agricultor. Boletín Técnico Nº 1. 14p.
- AVILA, A. 1983. Aspectos analíticos del estudio realizado en el Centro de Investigaciones en Productos Naturales. CIPRONA. In: Aspectos sobre el achiote y perspectivas para Costa Rica: Seminario 10-11 de febrero de 1983. CATIE, Turrialba. Costa Rica - CATIE, Unidad de Recursos Fitogenéticos. Serie Técnica. Informe Técnico Nº 47. pp.29-30.
- CALZADA, J. 1983. El Achiote, su composición química y los colorantes derivados. In: Aspectos sobre el Achiote y perspectivas para Costa Rica: Seminario 10-11 de febrero de 1983, CATIE, Turrialba, Costa Rica. CATIE - Unidad de Recursos Fitogenéticos, Serie Técnica. Informe Técnico Nº 47. pp.27-28.
- CATIE, 1984. Informe Técnico Anual. Unidad de Recursos Fitogenéticos. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 33-42 y 136-149.
- COSTALES, S.A. 1956. "Los Indios Colorados". Liacta Nº 1. Ed. Rumíñahui, Quito, Ecuador.
- EL ACHIOTE. Cultivo poco explotado. 1977. Tierra nuestra (Ecuador) 2(5):4.
- ENRIQUEZ, G.A. y SALAZAR, L.G. 1983. Variabilidad genética del rendimiento y algunas otras características del achiote (*Bixa orellana* L.) In: Aspectos sobre el achiote y perspectivas para Costa Rica: Seminario, 10-11 de febrero de 1983. CATIE, Turrialba, Costa Rica. CATIE - Unidad de Recursos Fitogenéticos. Serie Técnica, Informe Técnico Nº 47. pp.77-102.

II Seminário de Comestíveis Naturais para Alimentos
I Simpósio Internacional de Urucum

- GARCIA, M., C.E. 1980. Estudio de la biología floral del achiote. *Bixa orellana* L. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia. 80p.
- OCAMPO, S., R.A. 1983. Aspectos agronómicos sobre el cultivo del achiote (*Bixa orellana* L.) en los cantones de Aguirre y Dota. In: Aspectos sobre el achiote y perspectivas para Costa Rica, Seminario 10-11 de febrero de 1983. CATIE, Turrialba, Costa Rica. CATIE — Unidad de Recursos Fitogenéticos. Serie Técnica. Informe Técnico N° 47. pp.43-57.
- RODRÍGUEZ, R. G. y ENRÍQUEZ, G.A. 1983. Estudio preliminares de desarrollo de ramas y la biología floral en *Bixa orellana* L. In: Aspectos sobre el achiote y perspectivas para Costa Rica, Seminario 10-11 de febrero de 1983. CATIE, Turrialba, Costa Rica. CATIE — Unidad de Recursos Fitogenéticos. Serie Técnica. Informe Técnico N° 47. pp.58-76.
- VELASTEGUI, D., H. 1989. Santo Domingo de los Colorados. Luz de América, Quito, Ecuador. 263p.