

EL CULTIVO DEL SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.) EN LA AMAZONIA



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA

PROYECTO SUELOS TROPICALES

**EL CULTIVO DEL SACHA
INCHI
(*Plukenetia volubilis* L.)
EN LA AMAZONIA**

Gloria Arévalo Garazatúa

LIMA - PERÚ

DICIEMBRE,1996

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA
DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Publicación financiada con recursos del Tesoro Público, Fondos de Inversión aportados al Proyecto Suelos Tropicales del INIA.

Editor :

Luis A. Carbajal Briceño

Composición y Diagramación :

Ana Vilcherrez Acosta

Impresión :

Proyecto de Producción de Medios de Comunicación y Transferencia

Tiraje :

500 Ejemplares

Proyecto Suelos Tropicales - INIA
Dirección Postal: Apartado 2791 , Lima

1

El contenido de la presente publicación es de exclusiva responsabilidad del autor y su reproducción parcial o total está permitida bajo la condición de indicar como fuente PROYECTO SUELOS TROPICALES, especificando el número de la publicación correspondiente.

PRESENTACIÓN

La diversidad de los recursos biológicos del país , y principalmente de nuestra Amazonia, es basta pero a la vez no valorada adecuadamente . Aparte de los recursos usados por la calidad de sus maderas y en la alimentación , muchas plantas acumulan productos económicamente importantes. Dentro de ellos podemos mencionar a los aceites esenciales, resinas, taninos, caucho natural, gomas colorantes, saborizantes, pesticidas y otros de uso farmacéuticos. Así, al menos en un futuro inmediato, plantas de nuestra Amazonia, se constituirán en nuevos recursos a explotar. Estos se vienen convirtiendo en recursos promisorios que bajo un uso y aprovechamiento racional permitirán el desarrollo de la región, además de la conservación de nuestra selva tropical. Un ejemplo de esta clase lo constituye *Plukenetia volubilis* L. (sacha inchi) por el tipo y contenido importante de aceites y proteínas altamente nutritiva que presentan sus semillas.

Los mercados para productos agrícolas no tradicionales son extremadamente competitivos a nivel mundial. Las posibilidades para una inserción exitosa en ellos debe estar asociada con las características competitivas del cultivo, un mercado para su comercialización y de manera importante el contar con un paquete tecnológico disponible, para aumentar en corto tiempo y de una manera notable y sostenible, su productividad y rentabilidad en favor del productor. Esta publicación será un factor determinante para hacer viable el cultivo rentable del sacha inchi.

La presente publicación es resultado de la investigación agrícola por parte del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) , con el apoyo del Estado Peruano, para generar, adaptar y difundir nuevos conocimientos y tecnologías en favor de la agricultura nacional.

No es fácil medir con exactitud el impacto de la investigación agrícola en el desarrollo de la agricultura de un país . Igualmente ocurre con el potencial que ofrecen las características nutricionales , de productividad, resistencia a plagas y patógenos, así como la adaptación a condiciones ambientales extremas, etc., que deben existir en las colecciones de individuos de un banco de germoplasma. Esta publicación del Programa Nacional de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología (PRONARGEB), contribución de la Ing. Gloria Arévalo Garzatúa, con el financiamiento del Proyecto Suelos Tropicales, es el resultado de una labor paciente y tenaz de investigación de la autora, que se constituye en un importante y valor creciente del PRONARGEB en los últimos años, como contribución al proceso productivo que ha iniciado la agricultura nacional. Esta publicación del INIA justifica las medidas orientadas a fortalecer, modernizar y hacer más eficientes las actividades de investigación y transferencia de tecnología del País.

Federico L. Sebastiani, Ph. D.
Jefe
PRONARGEB

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	7
BOTÁNICA DEL CULTIVO	8
• Origen y distribución geográfica.....	8
• Clasificación botánica.....	8
• Morfología general	9
• Mejoramiento genético e información sobre las selecciones y ecotipos de sachá inchi.....	13
ECOLOGÍA	16
• Altitud	17
• Agua	17
• Luz.....	17
• Humedad relativa.....	18
• Actividad vegetativa continúa	18
• Suelo.....	19
• Erosión de los suelos	20
• Drenaje	20
• Fertilidad del suelo	21
FISIOLOGÍA	22
• Crecimiento vegetativo	22
• Fructificación	22
TECNOLOGÍA DEL CULTIVO	23
• Sistemas de cultivo	23
• Establecimiento de una plantación.....	23
• Fertilización	39
• Plagas y enfermedades.....	40
• Cosecha.....	45

TECNOLOGÍA DE POST COSECHA.....	45
• Secado y trilla	45
• Almacenaje.....	48
• Obtención de la almendra.....	48
 USOS Y VALORES NUTRITIVOS.....	 50
 POTENCIAL AGROINDUSTRIA.....	 53
 ESTRUCTURA DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN DE UNA HECTÁREA DE SACHA INCH	 55
1. Siembra directa y con tutores vivos (<i>Eritrina sp</i>)	55
2.Siembra indirecta, bajo un sistema de tutoraje	57
 LITERATURA CITADA.....	 63

EL CULTIVO DEL SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.) EN LA AMAZONIA

Gloria Arévalo Garazatúa ¹

INTRODUCCION

Mejorar la calidad de la alimentación, incorporando en la dieta acostumbrada de la población nuevos productos agrícolas, resulta generalmente impráctico, y en todo caso cualquier cambio que se pretenda realizar, debe sustentarse en la disponibilidad de una fuente de proteína que esté al alcance de la población en forma masiva.

La almendra del cultivo nativo amazónico "sacha inchi" o "maní del monte" (*Plukenetia volubilis* L.) constituye una valiosa alternativa, para dar solución a la conocida deficiencia de proteínas en la alimentación humana, que afecta principalmente a la niñez causándole daños irreparables; ya que limita no sólo su salud física, sino también la salud mental disminuyéndole su capacidad de aprendizaje.

El valor de este cultivo nativo, no solamente radica en sus aspectos alimenticio, cultural e histórico, sino en su rentabilidad económica, pudiendo constituirse en un cultivo alternativo frente a los cultivos ilegales, además de contribuir a evitar la erosión de los suelos de ladera, en la ceja de selva.

El presente documento tiene como objetivo fundamental dar a conocer el manejo y las características agronómicas del "sacha inchi" (*Plukenetia volubilis* L.) en la Amazonía Peruana. También se presenta un "Paquete Tecnológico" eficiente en todas las fases de su cultivo (siembra, labores culturales, cosecha, comercialización, etc.) lo cual contribuye a facilitar su explotación que cuenta con ventajas agro-económicas, en función a la realidad económica y política de la región amazónica.

¹ Investigador Agrario, Programa Nacional de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología - PRONARGE, Estación Experimental El Porvenir - Tarapoto.

BOTANICA DEL CULTIVO

Origen y distribución geográfica

La familia Euphorbiaceae comprende plantas anuales, de importancia ornamental, medicinal, alimentaria e industrial, que se caracterizan principalmente por la presencia de una sustancia lechosa, tipo látex y frutos tricapsulares. Abarca alrededor de 1 280 géneros con 8 000 especies aproximadamente, y se observa que está distribuido en todo el orbe (Bailey, 1949).

El género *Plukenetia* ha sido reportado en Malasia, Nueva Guinea, Borneo, México, etc. (Biblioteca Conmemorativa Orton, 1987). El número de especies reportadas en América Tropical varía de 7 a 12 (Stanley y Steyemmark, 1949; Hutchinson, 1969). En América del Sur, la presencia de *Plukenetia volubilis* L., ha sido registrada en la Amazonía Peruana, Bolivia y las Indias Occidentales (Macbride, 1951).

En nuestro país se le ha encontrado en Madre de Dios, Huánuco, Oxapampa, San Martín, Rodríguez de Mendoza, Cuenca del Ucayali (Pucallpa, Contamana y Requena), en Putumayo y alrededores de Iquitos y Caballococha. Soukup (1970), indica la ingesta de hojas crudas o cocidas por los pobladores nativos de la Amazonía, particularmente los huitotos.

En San Martín se le encuentra a lo largo de la Cuenca del Huallaga hasta Yurimaguas, en el Alto Mayo, Bajo Mayo, Sub Cuenca del Cumbaza y en áreas del sector Lamas-Shanusi.

Clasificación botánica

La clasificación botánica (Ayala, s.a. y Field Museum... s.a.) de la planta es la siguiente:

Orden : Euphorbiales
Familia: Euphorbiaceae
Género : Plukenetia
Especie : Volubilis Linneo

La especie *Plukenetia volubilis* L. es conocida de acuerdo al idioma o lugar con los siguientes nombres:

Sacha inchi
Sacha inchic
Sacha maní
Maní del monte
Maní del inca
Inca peanut

Morfología general

Es una planta voluble semileñosa y perenne que alcanza una altura de 2 m aproximadamente. Sus hojas son alternas, acorazonadas, puntiagudas de 10 a 12 cm de largo y de 8 a 10 cm de ancho, con peciolos de 2-6 cm de largo. Las nervaduras nacen en la base de la hoja, orientándose la nervadura central hacia el ápice (Field Museum... s.a. y Valles, 1990). Por lo general los bordes son dentados (Foto 1).

En la base de la hoja, mayormente justo al inicio del pedúnculo, muchas presentan una estípula. Las flores masculinas son pequeñas, blanquecinas y dispuestas en racimos. En la base del racimo y lateralmente, se encuentran una a dos flores femeninas (Fotos 2, 3 y 4). Los frutos son cápsulas de 3 a 5 cm de diámetro, dehiscentes, de color verde que cuando maduran se ponen de un color marrón negruzco. Usualmente están formados por cuatro cápsulas, algunos frutos presentan de cinco, a siete cápsulas (Foto 5). Dentro de las cápsulas se encuentran las semillas de color marrón-oscuro, con nervaduras notorias, ovales de 1,5 a 2 cm de diámetro y de 48 a 100 g de peso, ligeramente abultadas en el centro y aplastadas hacia los bordes, con un hileum bien diferenciado. Al abrirlas encontramos los cotiledones a manera de almendras y cubiertos de una película blanquecina (Foto 6). En condiciones de medio ambiente y al aire libre, la semilla se conserva por más de un año (Arévalo, 1990 -1995; Valles, 1992).



Foto 1 Hojas, flores y frutos verdes y maduros del sach a inchi

Foto 2
Inflorescencia del sach a inchi,
presentando flores masculinas y
femeninas



Foto 3
Inflorescencias masculinas
del sachá inchi



Foto 4 **Inflorescencias femeninas del sachá inchi**



Foto 5 Frutos (cápsulas) maduras del sachu inchi



Foto 6 Semillas y almendras del sachu inchi

Mejoramiento genético e información sobre las selecciones y ecotipos de Sacha inchi

Las investigaciones del cultivo de "sacha inchi" o "maní del monte", se inician en 1988, por el **Programa Nacional de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología**, de la Estación Experimental El Porvenir, en la línea de **Mejoramiento Genético**, con la recolección de información sobre diversos usos y modalidades del cultivo, así como la colección y evaluación de ecotipos de *Plukenetia volubilis* L..

Es una planta hermafrodita, desconociéndose aún, a qué tipo de plantas pertenece, podría ser autógama, pues se han observado muchas semejanzas entre plantas de una misma accesión así como de una accesión a otra las diferencias entre caracteres fenotípicos son pocas pero notorias.

Actualmente, se está realizando la caracterización del Banco de Germoplasma en la Estación Experimental El Porvenir, siendo hasta el momento la única colección de germoplasma conocida en el mundo (Foto 7).

El germoplasma básico de "sacha inchi" (*Plukenetia volubilis* L.) con que cuenta la Estación Experimental El Porvenir, está constituido por 72 accesiones recolectadas en diferentes zonas agroecológicas de San Martín y la Región Amazonas, incluyendo localidades del Trapecio Amazónico y tramos fronterizos con Brasil y Colombia. Debido a la alta variabilidad genética de este material, se han seleccionado los ecotipos: Pinto Recodo, Tambo Yaguas, Muyuy y Río Putumayo, que alcanzaron los más altos rendimientos de semilla en el primer año de evaluación, con tutores vivos, podas agresivas y bajo condiciones de suelo y clima no muy adecuados para el cultivo (Arévalo 1990 -1995).



Foto 7 Banco de Germoplasma de Sacha Inchi, en la Estación Experimental El Porvenir

En el cuadro 1, se presentan los resultados de evaluación de los ecotipos seleccionados del Banco de Germoplasma en la Estación Experimental El Porvenir, donde se observa ecotipos de buen rendimiento como Pinto Recodo, Tambo Yaguas. Parte de este germoplasma ha sido evaluado en la Sub-Estación Experimental "Calzada" y en la Estación Experimental Pucallpa, resultando los ecotipos Pinto Recodo, y Cumbaza los más sobresalientes en rendimiento de semilla seca.

El "sacha inchi" presenta una variabilidad muy amplia, observándose cultivares y ecotipos que difieren grandemente en área de follaje, tamaño y forma de sus hojas, semillas, así como en su capacidad de producción por planta y contenidos de aceite de grano; la Estación Experimental El Porvenir, actualmente está recomendando los siguientes ecotipos: Pinto Recodo, Cumbaza, Tambo Yaguas y Río Putumayo, los cuales están siendo caracterizados conjuntamente con los demás ecotipos del Banco de Germoplasma.

CUADRO 1 Parámetros evaluados en el primer año de producción en los ecotipos seleccionados del Banco de Germoplasma de Sacha Inchi. EE El Porvenir, con tutores vivos (*Erythrina sp*).

Nº de Orden	Clave	Inicio Florac. Inicio Fruct.	Cáps. Cosech	Diámetro Semilla	Peso de 100 Semillas	Peso de Porcentaje		Peso de Porcentaje		Rendimiento Semilla seca			
						Cáscara	Cáscara	Semilla	Semilla				
		dds)	dds)	Total Anual	x 5 Sem. (cm)	(g)	T.Anual (g)	(%)	T.Anual (g)	(%)	1er. Semestre kg/ha	2do. Semestre kg/ha	Año kg/ha
01	4-3	137	144	39	2,06	91,16	266,80	47,63	293,30	52,37	45,884	279,972	325,856
02	23-2	109	123	108	1,74	69,40	239,10	46,66	257,30	53,34	130,654	172,983	303,637
03	25-3		109	92	1,78	72,70	236,30	47,66	259,50	52,34	62,772	225,533	288,305
04	24-4		90	97	1,78	73,20	231,00	47,21	258,30	52,79	122,766	164,206	286,972

CLAVE	ECOTIPOS	PROCEDENCIA
4-3	PINTO RECODO	SAN MARTIN
23-2	TAMBO YAGUAS	LORETO
25-3	MUYUY	LORETO
24-4	RIO PUTUMAYO	LORETO

INIA "El Porvenir" - PRONARGEB 1991

ECOLOGIA

De acuerdo a su distribución, crece y se comporta muy bien a las diversas temperaturas que caracterizan a la Amazonía Peruana.

La duración del período siembra-comienzo de cosecha es tanto más corta, cuanto más alta es la temperatura en los inicios de la etapa de crecimiento; por lo tanto, conviene un desarrollo rápido de la planta a partir de la primera edad, ya que esto implica un mayor desarrollo foliar, radicular y un corto período vegetativo.

En el Departamento de San Martín, las temperaturas mínimas medias son alcanzadas en el mes de junio y pasan de los 17 °C; sin embargo en observaciones de más de 20 años en localidades como Sauce, San José de Sisa y Lamas, se han tenido en ocasiones temperaturas mínimas absolutas alrededor de 10 °C. Al igual en el Alto Mayo donde las temperaturas son muy bajas el "sacha inchi" crece sin mayores problemas. En cuanto a la influencia de la temperatura en la reproducción, se ha observado que las temperaturas muy altas son desfavorables y que ocasionan la caída de flores y frutos pequeños principalmente los recién formados.

El efecto depresivo de las altas temperaturas en la producción se explica de dos maneras:

- a. La temperatura alta acelera la transpiración, causando el marchitamiento y el cierre de los estomas ocurriendo esto más pronto durante el día. Esto da por resultado una rápida reducción de la fotosíntesis.
- b. La temperatura alta también aumenta la velocidad de respiración y la alta intensidad respiratoria nocturna de las plantas, originando agotamiento de la reserva de carbohidratos. Al disminuir el proceso de fotosíntesis y al aumentar la velocidad de respiración, resulta una menor elaboración de carbohidratos para el crecimiento y almacenamiento.

En el Huallaga Central las temperaturas máximas medias alcanzan cifras entre 31,9 °C (Tarapoto) y 36,6 °C (Pachiza) (Vitteri, 1992). Experimentalmente la evaluación de ecotipos de "sacha inchi" en la Estación Experimental El Porvenir, ubicada en el distrito de Juan Guerra, Tarapoto, se ha realizado a una T° máxima de 32,2 °C, una T° mínima de 20,4 °C y una T° media de 26,6 °C, observándose un buen comportamiento en general.

Altitud

Crece desde los 100 msnm en la Selva Baja y 1 500 msnm en la Selva Alta; alcanzando un comportamiento óptimo, donde fue realizado el presente trabajo, en Juan Guerra (Tarapoto), a una altitud de 232 msnm (Arévalo, 1990-1995).

Agua

Es una planta de rápido crecimiento, requiere de disponibilidad permanente de agua, para tener un crecimiento sostenido; siendo mejor si las lluvias se distribuyen en forma uniforme durante los 12 meses.

En Juan Guerra con una precipitación promedio anual de 1 054 mm, el riego se torna indispensable en determinados meses secos, a pesar de realizarse labores de conservación de humedad. Un período relativamente prolongado de sequía o de baja temperatura, causan un crecimiento lento y dificultoso. Las plantas en general muestran un ligero marchitamiento como resultado de la falta de agua, se acelera la maduración de los frutos (maduración prematura) resultando éstos de tamaño pequeño, con semillas vanas y de pobre calidad; en caso de que la sequía se acreciente, los frutos inmaduros caen al suelo (Arévalo, 1990-1995).

En suelos arcillosos (vertisoles) que al secarse se contraen, pueden comprimir y dañar las raíces conduciendo a que las plantas finalmente mueran; sin embargo, las plantas que no han sufrido mucho estrés, pueden reaccionar favorablemente después de una lluvia o riego. El efecto de las lluvias deberá ser enfocado en relación al tipo de suelo donde se instalará el cultivo, ya que es en las raíces es donde se almacena el agua.

En la generalidad de los casos, los excesos de agua incrementan los daños producidos por las plagas y enfermedades, debido a que la planta se torna más succulenta.

La influencia de la lluvia es notoria en la polinización y fertilización.

Luz

Requiere abundante luz para el proceso de fotosíntesis. A bajas intensidades de luz, la planta necesita de mayor número de días para completar su ciclo vegetativo; asimismo, cuando la sombra es muy intensa la floración disminuye y por lo tanto la producción se reduce. Con el sistema de tutores vivos (*Erythrina* sp), manejándose la sombra con podas, el "sacha inchi" tiene un buen comportamiento.

Humedad relativa

Una alta humedad relativa con fuertes precipitaciones pluviales condiciona un desarrollo vigoroso de la planta, aunque puede resultar propicio para la proliferación de enfermedades (Figuroa, 1992). A una humedad relativa del 78% y una temperatura media de 26 °C, se observan plantas de "sacha inchi" prácticamente libres de enfermedades.

Actividad vegetativa continua

El "sacha inchi" a diferencia de otras especies de oleaginosas, tiene una actividad de crecimiento vegetativo y fructificación continuada durante todo el año. Esto a pesar de las variaciones limitantes que puedan presentarse en uno o varios de los factores relacionados con las características del clima o del suelo.

En el siguiente Gráfico, se indican las variaciones de la cosecha y número de frutos cosechados durante todo el año en el ecotipo Pacaya (Arévalo, 1990-1995).

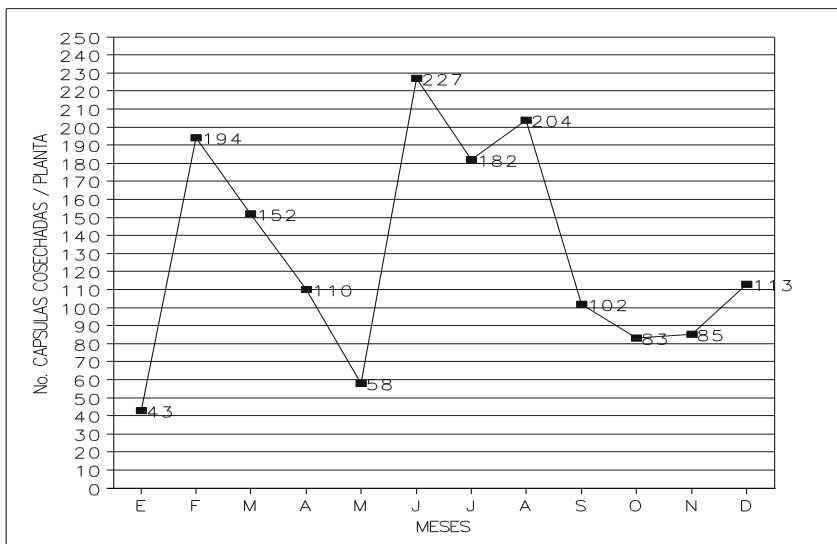


Gráfico 1 Cápsulas cosechadas /planta /mes (ecotipo Pacaya)

En los meses de verano, a excepción de febrero (invierno) el número de cápsulas cosechadas se incrementa, bajando en los meses de invierno, en que la planta sufre un agotamiento, el cual se observa cada 3 a 4 meses.

Debido a su agresividad de crecimiento, el "sacha inchi" hasta hace poco constituía un problema serio en platanales, frutales y plantaciones permanentes, razón por la cual se le ha considerado equivocadamente como una maleza y por lo tanto se le ha eliminado, inclusive con herbicidas sistémicos erradicantes (Foto 8).

Foto 8
El sacha inchi como
maleza en platanales



Suelo

De acuerdo a su distribución el cultivo del "sacha inchi", tiene un amplio margen de adaptación a diferentes tipos de suelo. Es una planta agrónomicamente rústica de poca exigencia nutricional, crece en suelos ácidos y con alta concentración de aluminio. Prospera en "shapumbales" (*Pteridium aquilinum*) secos y húmedos y en "Cashucshales" (*Imperata brasiliensis*) (Valles, 1992). En los "shapumbales" de Habana y Calzada en el Alto Mayo, existen pequeñas áreas comerciales y/o experimentales con más de 5 años y en producción.

Ensayos realizados en la Estación Experimental El Porvenir (Arévalo, 1990-1995), en suelos arcillosos (más del 50% de arcilla) y franco arenosos (más del 60% de arena), indican que es una planta versátil, que muy fácilmente se adapta a los diferentes tipos de suelos, pudiendo establecerse hasta en colinas. Sin embargo, es necesario resaltar que se deben distinguir los suelos que posibiliten el mejor desarrollo y productividad del "sacha inchi", de aquellos donde la planta apenas

sobrevive. Por las referencias de los agricultores y observaciones realizadas en el campo, se puede afirmar que crece mejor en los suelos francos y/o aluviales planos con buen drenaje, localizados a orillas de los ríos; siendo su producción menor en otro tipo de suelo.

Erosión de los suelos

El grado de erosión de los suelos tropicales viene alcanzando proporciones muy preocupantes. El índice promedio de la erosión anual del suelo en América del Sur, está alrededor de 7 t/ha, en comparación con Europa donde solamente alcanza 0,8 t/ha (Figueroa, 1992).

El "sacha inchi", planta nativa de la Amazonía, se presenta como una alternativa para contrarrestar la reforestación y favorecer la conservación ecológica del medio ambiente.

La siembra del "sacha inchi" con tutores vivos de "Amasisa" (*Erythrina sp*), en las laderas de los suelos (al contorno de los cerros) de San Martín, protege a éstos de la erosión indiscriminada que está ocurriendo en nuestra Selva.

Asimismo, el uso de pastos (*Desmodium sp*), otros cultivos de coberturas y/o asociaciones (caupí) sembrados en las plantaciones de "sacha inchi" constituyen prácticas de conservación de suelos con pendientes u erosionados que el agricultor sanmartinense las viene poniendo en práctica, evitando a la vez, la proliferación de malezas. Debido a su potencial como plantación agroindustrial alimentario, el "sacha inchi" se está constituyendo en una alternativa para la reforestación económica y autosostenida de la Selva Alta.

Cabe indicar que el "sacha inchi" no necesita labranza (mecanización) del suelo, apenas un mínimo laboreo para permitir la germinación de las semillas, lo cual es un factor muy favorable para los suelos con problemas de erosión.

Drenaje

Para un mejor desarrollo y producción, se necesitan terrenos con drenaje adecuado, que eliminen el exceso de agua tanto a nivel superficial como profundo; lo cual tiene que ver mucho con la textura del suelo, ya que ésta es importante para su cultivo.

La poca absorción de agua y nutrimentos por la planta, así como el crecimiento anormal y superficial de las raíces, hacen que éstas se tornen más vulnerables al ataque de nematodos y enfermedades radiculares.

Fertilidad del suelo

Los nutrientes requeridos aún no han sido determinados, sin embargo si nos referimos a la absorción de éstos, en suelos francos y de buen drenaje, las raíces pueden penetrar más profundamente y como resultado tener un mayor acceso a los nutrientes del suelo.

El corte, tumba y quema del bosque, hacen que ocurran cambios significativos en las propiedades químicas y físicas del suelo. La magnitud y duración de estos cambios dependen de muchos factores como tipo de vegetación que se ha desboscado, clima y las propiedades del terreno. En suelos ácidos estos cambios son beneficiosos porque aumentan el contenido de elementos disponibles, tales como calcio, magnesio, fósforo y potasio, neutralizándose parte del aluminio intercambiable.

La aireación insuficiente, compactación e inadecuada conservación del suelo, uso de tierras inapropiadas, excesiva acidez del suelo, alcalinidad, presencia de elementos esenciales o aplicación de una fertilización no adecuada, son condiciones adversas que se pueden presentar en los suelos cultivados con "sacha inchi".

Así, las observaciones realizadas en campos de agricultores en la zona de Shanao (Provincia de Lamas), indican que el "sacha inchi" (ecotipo "Shanao") presenta un amarillamiento general (clorosis), lo cual podría ser debido a suelos con problemas de carbonatos (Foto 9).



Foto 9 Planta clorótica de sachá inchi

FISIOLOGIA

Crecimiento vegetativo

La planta del “sacha inchi “ de frutos comestibles y oleaginosos, es trepadora, de abundantes hojas y ramas, alcanza la altura de la planta soporte, por lo tanto no es recomendable que ésta tenga una altura mayor de 2 m para facilitar la cosecha.

Sí existe una suficiente humedad, la germinación se inicia aproximadamente a las dos semanas de realizada la siembra, Una semana después, aparece la segunda hoja verdadera y el tallo guía.

Fructificación

La floración (Arebalo, 1990 - 1995), se inicia aproximadamente a los 3 meses (90 días) luego de realizado el trasplante, apareciendo primero los primordios florales masculinos e inmediatamente después los femeninos. En un período de 7 a 19 días, las flores masculinas y femeninas completan su diferenciación floral.

A continuación, se inicia la formación de los frutos completando su desarrollo a los 4 meses después de la floración. Luego se inicia la maduración propiamente dicha de los frutos, cuando éstos, de color verde empiezan a tornarse de un color negruzco, que finalmente se convierte en marrón oscuro o negro cenizo; indicador que está listo para la cosecha. Este proceso de maduración del fruto dura aproximadamente de unos 15 a 20 días, iniciándose la cosecha a los 7,5 meses después de la siembra y/o trasplante, con una producción continua.

En el período de formación del fruto, existe una fase que se podría llamar "estado lechoso", pues es en este estadio en que se vuelve muy apetecible a los insectos chupadores. Adicionalmente se ha observado que antes de este estado, cuando los frutos han empezado a diferenciarse y tienen aproximadamente 2,0 cm de diámetro caen verdes o se necrosan y posteriormente caen; aún no se ha investigado, si esto es producto de una reacción fisiológica de la planta o es por efecto del medio ambiente.

TECNOLOGIA DEL CULTIVO

Sistemas de cultivo

Al iniciar una plantación de "sacha inchi", es posible realizar la siembra en asociación de cultivos herbáceos como soya, caupí, maní, algodón y maíz, por ejemplo.

En los campos de agricultores de la región, casi siempre se encuentra asociado con alguno de estos cultivos. Además, se le encuentra en bordes de bosques secundarios (purmas), en cañaverales, sobre cercos vivos, alambrados y como "maleza" en platanales, yucales y cultivos permanentes.

La producción de "sacha inchi" en la región, se realiza generalmente, en plantaciones asociadas o intercaladas con otros cultivos anuales, bianuales o perennes, lográndose así una utilización múltiple de los recursos disponibles. Dentro de este ámbito, el grupo familiar agrícola actúa como una unidad de producción y consumo.

Es necesario tener en cuenta los distanciamientos y los tipos de tutores cuando se realizan las asociaciones. Los distanciamientos de mayor proporción, deben utilizarse cuando éstas se realizan con cultivos perennes, de manera que no dificulten las labores de campo, permitiendo asimismo el libre ingreso de luz solar y evitar la competencia por los nutrientes del suelo. Cuando se asocia con un cultivo anual es aconsejable dejar una distancia de 50 cm alrededor de la planta y/o tutor para disminuir la competencia por los nutrientes del suelo.

Establecimiento de una plantación

a. Preparación del terreno

La preparación del terreno debe sustentarse en la ubicación geográfica, en la topografía y en las características de la vegetación primaria o secundaria del lugar. Sin embargo, las nuevas plantaciones de "sacha inchi" se deberán establecer en lo posible, en áreas de bosques secundarios o "purmas", después de un cultivo de subsistencia como el maíz, algodón, yuca, etc., o en plantaciones con otros cultivos en decadencia, abandonados o erradicados. Además, donde las condiciones sean adecuadas, el "sacha inchi" se puede intercalar con otros cultivos permanentes como el plátano, café, etc., siempre que éstos no le den sombra.

Una vez seleccionado el terreno de vegetación secundaria o purma, resulta ventajoso que la vegetación se corte en la parte baja y luego se fraccione en trozos, para después distribuirla uniformemente y formar una capa de cobertura. Esto ayuda a controlar la proliferación de malezas, reduce la erosión y sirve de fuente de nutrientes para el suelo, una vez que se ha mineralizado.

Antes de realizar la plantación debe efectuarse el trazo del sistema de drenaje y los caminos, a fin de facilitar los desplazamientos dentro de la plantación, el ingreso de insumos, la atención de las labores culturales y salida de la cosecha.

La práctica de quemar después del desbosque total es muy criticada debido a sus efectos negativos que ocasiona en el medio ambiente. Este inconveniente puede minimizarse realizando algunas prácticas de manejo de suelos, tales como el uso de cultivos de cobertura y otros.

Finalmente, también es posible sembrar el "sacha inchi" en monte virgen haciendo un "raleo" de tal manera que permita el ingreso de la luz solar. Luego seguir eliminando el monte a medida que las plantas van necesitando luz o se van sembrando los tutores. Esta práctica no es la más recomendable, pero se puede utilizar cuando la mano de obra es escasa.

b. Epoca de siembra

El momento oportuno de efectuar la siembra del "sacha inchi" en San Martín está condicionado, especialmente, al régimen pluviométrico. Según ésto, se puede iniciar las siembras entre diciembre y marzo. Si se está utilizando almácigos, se pueden realizar entre los meses de noviembre y febrero.

Como tradicionalmente el "sacha inchi" se cultiva sin riego, se siembra generalmente al inicio de las lluvias. Una humedad adecuada del suelo es necesaria para la germinación.

En zonas donde existen problemas de enfermedades debe sembrarse al final de las lluvias para evitar el ataque de aquellas.

c. Propagación del sacha inchi

El método más adecuado de propagación en cualquier especie, depende en gran medida del tipo de material que se utilice. El "sacha inchi", planta nativa de la región amazónica, se propaga comúnmente por semilla, aunque también se puede realizar la propagación asexual o por estacas, según ensayo preliminar realizado en la Estación Experimental El Porvenir.

En dicho ensayo se utilizaron diferentes tipos de estacas: estaca apical, estaca media y estaca basal, con un testigo de semilla botánica. La estaca basal, resultó ser el mejor material de propagación, pues tuvo un mejor prendimiento, aunque no se llegó a realizar el trasplante. Este tipo de propagación asexual, no se recomienda por su escasa efectividad.

En el método de propagación sexual, la semilla puede sembrarse directamente en el campo o en un vivero. En la siembra directa se colocan 2 semillas por hoyo y posteriormente se elimina la planta más débil, dejando la más vigorosa. Cuando las plantas están pequeñas se les debe proporcionar un poco de sombra, aprovechándose para esto la siembra de un cultivo asociado de subsistencia como maíz, yuca, frijol, algodón o el propio tutor. Se ha conseguido acelerar la germinación de 8 a 10 días haciéndose un raspado a las semillas (Foto 10).

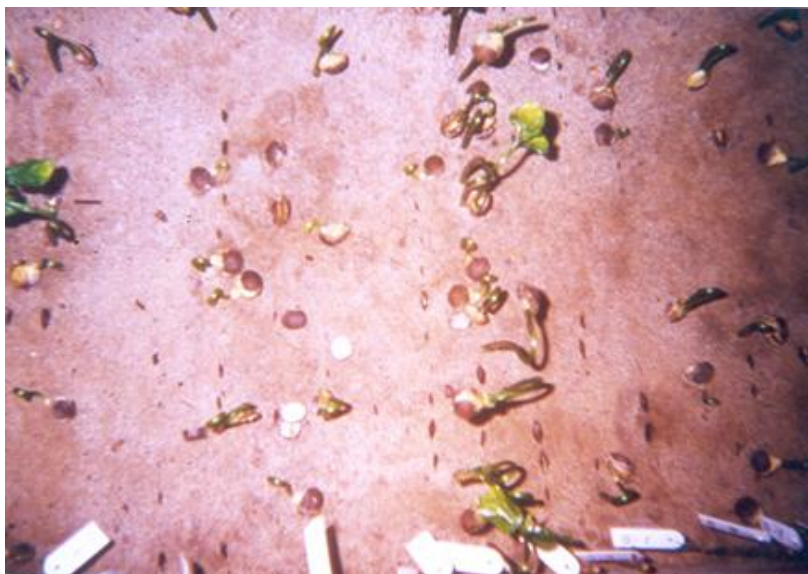


Foto 10 Almacigo de sachá inchi después de ocho días

La siembra en vivero puede realizarse previamente en almácigos, distribuyendo las semillas en línea, a una profundidad de 3 cm y a una distancia de 10 cm entre sí (Foto 11).



Foto 11 Plántulas de sachá inchi en cama de vivero, listas para el repique

Una vez alcanzado el estado de plántula con sus 2 hojas verdaderas se hace el repique o traslado de las más vigorosas a las bolsas plásticas de 10 x 20 cm, conteniendo tierra negra de bosque.

Aquí se mantienen por un período de un mes, para luego ser trasladadas a campo definitivo para su trasplante, antes de que empiece a trepar, transcurriendo aproximadamente 45 días desde el almácigo a trasplante (Fotos 12 y 13).

Para efectuar el trasplante, es conveniente realizar en el terreno hoyos de 30 x 30 x 30 cm, en los cuales se colocan las plántulas; previamente se retira la bolsa de plástico que la envuelve, evitando que se desmorone el sustrato que rodea a la raíz.

Foto 12
Plántulas de sachá inchi en
condiciones óptimas para el
repique



Foto 13 Plantones de sachá inchi en bolsas de polipropileno, a los 20 días
del repique

El plantón se instala en el hoyo de tal manera que el nivel del cuello de la planta quede al ras del suelo, colocándose la tierra superficial u orgánica en el fondo, hasta que se consiga la altura ideal aproximadamente 30 cm, y se proceda al llenado de éste usando 100 g de superfosfato triple de calcio, en mezcla con la tierra y haciendo ligeras presiones en el suelo para no dejar espacios vacíos. Se debe dejar un montículo de tierra alrededor de la planta, para evitar el exceso de agua, durante las precipitaciones.

También se puede hacer el trasplante desde el almácigo a raíz desnuda: se entierran a 10 cm dejando el cuello de la plántula a 3 cm debajo de la superficie del suelo.

El agricultor, de acuerdo a su experiencia, capacidad técnica, recursos económicos, material de propagación y distancia, puede optar por cualquiera de los métodos de propagación sexual descritos, inclusive se recomienda la siembra directa, por ser el "sacha inchi" un cultivo muy rústico.

Las semillas a utilizarse deberán ser obtenidas de entidades públicas o privadas, que posean semillas de calidad, de manera que garanticen los rendimientos.

d. Sistemas de tutoraje

Actualmente, se conocen dos sistemas : sistema de tutores vivos y sistema de tutores muertos o espalderas.

Tutores vivos : Trabajos experimentales indican que usar tutores de "Amasisa" (*Erythrina sp*) es lo más adecuado, por ser una leguminosa de rápido crecimiento. Teniendo en cuenta el crecimiento agresivo del "sacha inchi", es recomendable usar como tutores, ramas maduras de 1,5 m de largo y 5 ó 10 cm de grosor, para evitar que el "sacha inchi" las pueda "ahorcar" y tumbar, si éste es de menor diámetro. Los tutores deben enterrarse hasta 30 cm de profundidad y al mismo distanciamiento utilizado en el "sacha inchi" (Foto 14).



Foto 14 Sistema de tutores vivos con *Erythrina sp*

Durante el crecimiento del tutor, es conveniente favorecer la formación de ramas laterales que se encuentran ubicados por encima de los 15 cm del extremo superior. Para el efecto, se deben eliminar las ramas que se encuentran por debajo de dicho extremo.

Durante el período vegetativo del "sacha inchi", es necesario promover la fructificación en la copa del tutor. Asimismo, es aconsejable que el tutor no sobrepase los 2 m de altura a fin de favorecer la cosecha.

Es recomendable hacer estudios para determinar que otras especies vegetales, podrían usarse como tutores vivos, ya que este sistema es el más indicado para suelos de laderas.

Tutores muertos o espalderas : Este sistema, apropiado para suelos planos, utilizado también en los cultivos de uva y maracuyá, permite un mejor manejo del "sacha inchi", ya que reduce el uso de mano de obra en las podas que requiere el sistema antes mencionado y permite un fácil y rápido acomodo de las ramas en los alambres (Foto 15).



Foto 15 Alineado de campo para la instalación de tutores muertos o espalderas

Su instalación requiere la utilización de postes (3 a 3,50 m de longitud y 0,15 m de espesor) los cuales son enterrados a una profundidad de 60 a 70 cm y a un distanciamiento que puede ser de 3 x 3 m ó 6 x 6 m, según la disponibilidad de éstas y de la mano de obra. Se instalarán en hileras y en forma vertical, debiendo también colocarse en forma inclinada, en los extremos de las hileras, otros postes llamados "templadores", que vienen a ser los que prácticamente van a dar resistencia al espaldar y es a partir de ellos donde se inicia el templado de los alambres. Por ello se recomienda que la profundidad de instalación de los "templadores" sea un poco mayor que el de los otros postes. Además, éstos deben ir fijos al suelo con alambre galvanizado N° 10 y piedras grandes enterradas, de tal manera que la jalen en sentido contrario a su inclinación (Foto 16).



Foto 16 Instalación de "templadores" en sistema de espalderas

Una vez instalados se procede al templado de los alambres. Con la ayuda de un eclímetro se toma los diferentes puntos de tal manera que cada hilera de alambre quede a un mismo nivel (Fotos 17 y 18).

Con el fin de reducir costos, es recomendable, colocar 2 hileras de alambre galvanizado; la primera hilera de alambre N° 10 colocarla a más o menos 1,20 m desde el suelo, dependiendo del largo de los postes; la segunda hilera de alambre N° 6 ó 7, colocarla a 40 cm debajo del primero; utilizar grapas en forma de punta para fijar los alambres a los postes a medida que se van templando con un templador o "pata de cabra".



Foto 17 Templado de alambres en el sistema de espalderas



Foto 18 Campo definitivo con instalación de tutores muertos o espalderas

La siembra o trasplante del "sacha inchi" se debe realizar después de haber instalado el sistema de tutoraje, para no maltratar las plantas (Fotos 19, 20 y 21).



Foto 19 Plantación de sacha inchi a los 75 días, en el sistema de espalderas



Foto 20 Plantación de sacha inchi a los 5 meses



Foto 21 Plantación de sachá inchi en producción a los 8 meses

e. Diseños y densidad de la plantación

Las condiciones de fertilidad de los suelos y otras características del medio ambiente y del manejo del vigor de la planta, son determinantes para un adecuado distanciamiento.

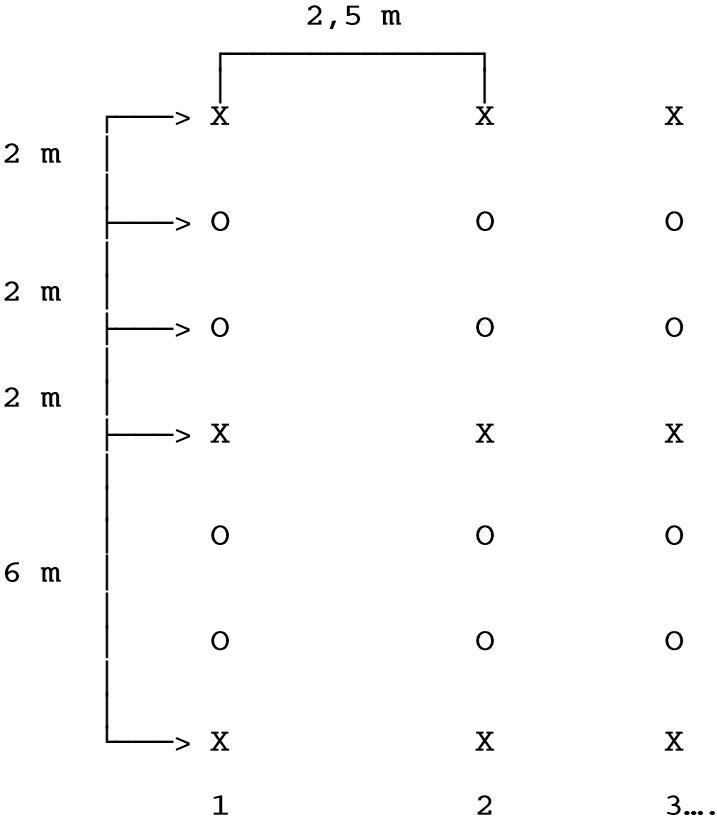
El trazado del terreno para instalar la futura plantación se realiza con estacas de 1 m de largo. En los terrenos con pendientes se recomienda el uso de curvas a nivel.

El distanciamiento óptimo de siembra es de 3 m entre plantas y 3 m entre hileras cuando se utiliza tutores vivos (*Erythrina sp*), teniéndose una densidad de 1 111 plantas/ha. Pudiéndose utilizar un distancia-miento de 3 x 2,5 m en un diseño de plantación tipo tresbolillo, como ya se indicó anteriormente, el distanciamiento del tutor es el mismo que el del "sachá inchi". Un distanciamiento de 10 x 10 m, se utiliza cuando se siembra en monte raleado.

La ubicación del "sachá inchi" con respecto al tutor debe ser a una distancia de 20 cm.

En el sistema de tutoraje en espalderas, el distanciamiento de 3 x 3 m puede reducirse a 2,5 m entre hileras y 2 m entre plantas. La distribución de las plantas con este sistema de tutoraje, es como se indica en la Figura 1.

Figura 1 Esquema de distribución de las plantas de sachá inchi y los tutores en campo definitivo



X Postes
O Plantas de sachá inchi

f. Drenaje

El crecimiento y fructificación que conduce a cosechas rentables, requiere de terrenos con drenaje apropiado. Esto, debido a la necesidad de una conveniente aireación de las raíces, para una adecuada actividad fisiológica y una estabilización del cultivo por varios años de vida productiva.

En terrenos mal drenados, el crecimiento del "sacha inchi", es afectado seriamente por la mala oxigenación del suelo, reducida absorción tanto del agua como de nutrimentos por la planta y un desarrollo anormal y/o superficial de las raíces. En un ambiente de mal drenaje, las raíces se tornan más susceptibles al ataque de plagas como nematodos y diversas enfermedades que afectan su integridad.

g. Control de malezas

Las malezas, particularmente las gramíneas, compiten fuertemente con las plantas de "sacha inchi", especialmente cuando la plantación está en la fase de crecimiento. Su control es necesario para evitar la competencia por luz, agua y nutrimentos.

El control de malezas puede ser químico, manual o cultural, para grandes plantaciones se debe usar el control químico, completándolo con un control manual.

Cuando la planta ha formado su sistema radicular, se debe evitar el uso de azadón o lampa, empleándose solamente machetes, herbicidas y restos vegetales (mulch).

Las asociaciones con cultivos que poseen diferentes hábitos de crecimiento como frijol, maíz, yuca, etc., permiten evitar que una maleza se propague año tras año, en el mismo campo.

La práctica del deshierbo en plateado y a 25 cm del "sacha inchi", resulta muy eficiente y económico, siendo esta práctica más usada cuando se utiliza cultivos de cobertura.

Los herbicidas más utilizados en el control de malezas son:

Gramoxone	60 cc/20 l de agua +
Hoja ancha	100 cc/20 l de agua +
Adherente	15 cc/20 l de agua

El H-UNO-SUPER, por ser un herbicida selectivo, puede usarse inclusive al inicio de la plantación.

h. Poda

La poda es una práctica muy importante en el manejo del "sacha inchi", se realiza para formar la planta, para incrementar la producción y facilitar la cosecha. La poda mejora la distribución de la luz, facilita la aireación y permite la distribución de los frutos en lugares accesibles para la cosecha.

En el "sacha inchi" se realizan dos tipos de poda: de formación y de producción.

La poda de formación se realiza desde la aparición de los primeros brotes laterales o cuando la planta ya ha alcanzado la altura de la primera ramificación del tutor o el primer alambre (en el caso de "espalderas" 40 cm). Consiste en eliminar periódicamente todas las ramas o brotes que se encuentren por debajo de la copa del tutor o el primer alambre, de tal manera que el tallo forme una "orqueta"; acomodando luego las ramas del sacha inchi en los alambres o ramas del tutor y cortando aquellas que se extiendan fuera o no se acomoden (Foto 22).



Foto 22 Planta de sacha inchi formando una orqueta después de la poda de formación

Esta poda es la más importante ya que de ella depende la productividad del cultivo por varios años. Es importante también indicar que así como se poda al "sacha inchi" también se poda al tutor, tratando de que sus ramas formen una especie de canasta donde descansen las ramas del "sacha inchi" y no hagan mucha sombra.

Posteriormente, cuando el "sacha inchi" entra en producción, la poda se debe realizar después de una a dos cosechas y es a partir de este momento en que se le denomina poda de **Formación y Producción** a la vez.

i. Cultivos de cobertura

El uso de cultivos de cobertura de crecimiento rápido, es una práctica de conservación de suelo muy importante; especialmente en aquellos terrenos con pendientes, en los cuales la cobertura vegetal controla la erosión.

Otro beneficio importante de los cultivos de cobertura es el control de malezas, pues al propagarse rápidamente cubren todo el suelo y entonces la proliferación de las malezas se hace nula o casi nula. De allí la importancia que tiene el elegir un cultivo de cobertura; ya que éste además de controlar la erosión y las malezas, no debe competir con el "sacha inchi" en cuanto a nutrimentos.

Las leguminosas *Desmodium ovalifolium*, *Indigofera sp*, *Arachis pintoi*, entre otras pueden usarse como coberturas en el "sacha inchi".

Desmodium intortum, es una leguminosa nativa, que se encuentra como mala hierba en algunos campos de "sacha inchi", convirtiéndose así en cobertura natural (Foto 23).



Foto 23 Plantación de sacha inchi manejado con cobertura natural (*Desmodium intortum*)

j. Asociación con otros cultivos

Como ya se indicó anteriormente, el "sacha inchi" suele asociarse con cultivos anuales, bianuales y/o permanentes; de allí que se le considera un cultivo muy versátil, que fácilmente se adapta a cualquier manejo.

La asociación con otros cultivos depende del cultivo que predomine en la zona, pues en campos de agricultores se le encuentra asociado con casi todos los cultivos de la región, como algodón, frijol, maíz, yuca, especies forestales, etc.

Con cultivos anuales es necesario dejar un distanciamiento de 50 cm alrededor de la planta y con cultivos permanentes se deben mantener distanciamientos de mayor proporción, unos 10 m más o menos.

Ensayos realizados en la Universidad de San Martín, Tarapoto (Guerrero, 1993), con leguminosas de grano asociados al "sacha inchi", demuestran que a nivel de densidades de siembra no existe significancia estadística; mientras que en los tratamientos correspondientes a las variedades de leguminosas de grano sí existe diferencia estadística, encontrándose un mejor rendimiento con el caupí "Línea N° 02", que con las otras variedades (caupí var. "San Roque" y maní var. "Blanco Tarapoto").

Fertilización

Aún no se han realizado investigaciones con respecto a la fertilización del "sacha inchi", pero de acuerdo a su distribución podemos decir que es un cultivo de poca exigencia nutricional.

En la Estación Experimental El Porvenir, en el primer año de producción, se han aplicado 75 g de urea, 45 g de cloruro de potasio y 45 g de superfosfato triple de calcio por planta, como una práctica de mantenimiento del cultivo.

También se han efectuado aplicaciones de 2 kg de humus de lombriz por planta y aplicaciones foliares de fertilizantes hormonales para recuperar al cultivo después de una sequía y ataque de nematodos. Se han observado buenos resultados; incluso la caída temprana de frutos pequeños ha disminuido (Arévalo, 1990 - 1995).



Foto 24 Planta clorótica de sachá inchi por deficiencia de micronutrientos

El requerimiento de algunos micronutrientos como el hierro, es muy notorio en suelos con problemas de carbonatos en la zona de Shanao (Provincia de Lamas) (Foto 24). También se observa esta deficiencia en el cultivo de la yuca que es de la misma familia del "sacha inchi".

Plagas y enfermedades

Debido a que el "sacha inchi" es un cultivo que está en proceso de expansión agrícola, son pocas las plagas que se han detectado causándole daño. Entre ellas se encuentran las larvas comedoras de hojas, insectos chupadores de fruto en su estado lechoso, hormigas y "grillo topo" (*Grillotalpa sp*); éste último ataca al cultivo en su etapa inicial de desarrollo vegetativo, cortando a la planta en el "cuello". Si el "grillo topo" ataca a plantas muy pequeñas éstas no se recuperan, pero si ataca a plantas que tienen el "cuello" de regular grosor, vuelven a brotar; de igual forma, las hormigas constituyen ligeros problemas, especialmente al inicio de la plantación. Por ello es importante realizar un buen control de plagas en esta etapa del cultivo, evitándose de esta manera la labor de recalce o resiembra.

Se ha observado ataques tempranos de "Nemátode del nudo" (*Meloidogyne sp*), en suelos ácidos, alcalinos, franco arenosos con más del 70% de arena, arcillosos con más del 50% de arcilla y contenido medio de materia orgánica (Foto 25).



Foto 25 Ataque de nemátodos (*Meloidogyne sp*) en raíces de sachá inchi

Análisis de muestras de suelo y raíces de "sachá inchi" de la Estación Experimental El Porvenir, realizados en los laboratorios de la Sede Central La Molina - INIA, reportan la presencia de dos géneros de nemátodos: *Meloidogyne* y *Aphelenchus* con poblaciones de 217 y 14 nemátodos/100 g de suelo respectivamente. Esto indica una alta población de *Meloidogyne*, confirmándolo como una plaga de importancia.

Las plantas atacadas por nemátodos se atrofian y presentan entrenudos cortos, hojas pequeñas, luego se vuelven cloróticas. Asimismo, estos parásitos ingresan a las raíces produciendo heridas por donde fácilmente penetran los hongos (*Fusarium sp*, *Macrophomina sp*), dañando los tejidos y produciendo la pudrición total de las raíces, causando finalmente la muerte de las plantas (Fotos 26, 27, 28 y 29).

Las plantas enfermas muestran primero un amarillamiento, luego una severa defoliación.

Otros síntomas como "escoba de bruja" y trastornos fisiológicos que provocan una mayor producción de flores femeninas, han sido asociadas a la presencia de *Meloidogyne*. Sin embargo, esto debería corroborarse en estudios más detallados sobre la patogenicidad de este fitonemátodo (Foto 30).

Se recomienda realizar un análisis del suelo antes de la siembra, para determinar la cantidad y tipo de nematodo presente; esto con la finalidad de aplicar medidas de control antes de instalar el cultivo. Este control preventivo puede ser químico o cultural. En el primer caso puede aplicarse algún nematocida y en el segundo caso se recomienda la siembra de gramíneas como el maíz para el control de *Meloidogyne* y *Aphelanchus*.

Si se detecta la presencia de nematodos dañinos, cuando el cultivo se encuentra en pleno desarrollo, es recomendable efectuar un control químico. También se recomienda aplicaciones de humus de lombriz o estiércol seco de ganado vacuno. La eliminación y remplazo de las plantas atacadas constituye asimismo una medida que proporciona buenos resultados.



Foto 26 Marchitez general en sacha inchi producido por ataque de complejo nematodo - hongo



Foto 27 Defoliación general y muerte de planta de sachá inchi por ataque de complejo nematodo-hongo



Foto 28 Pudrición de "cuello" de una planta de sachá inchi producido por hongos patógenos (*Fusarium sp*, *Macrophomina sp*)



Foto 29 Pudrición de raíces en planta de sachu inchi producido por hongos patógenos (*Fusarium sp*, *Macrophomina sp*)



Foto 30 Superproducción de flores femeninas en una inflorescencia de sachu inchi

Cosecha

La cosecha del "sacha inchi", bajo cualquier circunstancia de su uso o destino, tiene lugar generalmente cuando los frutos o cápsulas se tornan de un color marrón oscuro o negro cenizo. Se realiza recolectando las cápsulas con la mano, pues éstas se desprenden fácilmente. Algunas veces se producen pérdidas por dehiscencia, por ello es recomendable cosechar cada 15 días. Según Valles (1992), la cosecha se estabiliza a partir de los 14 meses. Generalmente, cuando se realiza la cosecha, se encuentran algunas cápsulas inmaduras, que todavía conservan algo de color verde y si se dejan en el campo para la siguiente cosecha, tal vez ya no se cosechen debido a su dehiscencia. Por lo tanto, en estos casos, lo que se recomienda es cosecharlas y poner las cápsulas inmediatamente al sol, para evitar el ataque de hongos, y así no se deteriore la calidad del producto.

Es importante también indicar que algunas cápsulas, una vez maduras fisiológicamente caen, por lo que al momento de realizar la cosecha éstas se recogerán del suelo.

Se ha observado en cultivos de huerto, especialmente en áreas rurales, plantas que alcanzan 10 años de edad y aún continúan en producción. Las siembras experimentales en condiciones inadecuadas para cualquier cultivo nos reportan rendimientos de aproximadamente 250 kg/ha de semilla seca en el primer año.

TECNOLOGIA DE POST - COSECHA

Secado y trilla

El secado y parte de la trilla, son operaciones que se realizan casi simultáneamente.

Luego de la cosecha, las cápsulas son transportadas para su secamiento y trilla, en sacos de polipropileno, yute o mallas tipo "real" con capacidad de 25-30 kg de cápsulas recién cosechadas. El secado puede efectuarse en forma natural o artificial, según la fuente de calor.

El secado natural se realiza a través de la acción directa de los rayos del sol. En este proceso se utiliza la "era" de cemento, donde se extienden las cápsulas. El tiempo de secado depende mucho del ecotipo o variedad, ya que algunas cápsulas son más gruesas y menos dehiscentes que otras; lo que dificulta la trilla.

El secado, efectuado a través del calor artificial, proporcionado por secadores que funcionan a base de energía solar, leña, petróleo u otra fuente de energía, es poco utilizado. El agricultor prefiere esperar la época de verano para secar su "sacha inchi" o mientras espera reunir un mayor volumen de cosecha, va postergando el secado y trilla hasta el verano. Cuando se cultivan grandes extensiones, se hace necesario el secado artificial.

Los secadores artificiales y secadores solares utilizados para secar achiote, cacao, café, maíz, cúrcuma y otros productos, son apropiados para secar "sacha inchi".

Las cápsulas de "sacha inchi" en el proceso de secado natural necesitan aproximadamente 2 horas de sol. Al secarse gran parte de ellas, o en algunos casos todas, dejan al descubierto las semillas (por su carácter dehiscente). La trilla propiamente dicha viene a ser el descascarado total de las semillas.

Las pocas cápsulas que han quedado sin descascarar después del secado, son trilladas en forma manual generalmente, para evitar chancar las semillas. Luego se ventilan en bandejas, eliminándose así las cáscaras y otros residuos, quedando solamente las semillas; esta operación requiere un elevado uso de mano de obra y tiempo por lo que se recomienda probar las trilladoras de granos grandes.

El Instituto Superior Tecnológico Nor Oriental de la Selva y la Estación Experimental El Porvenir, han logrado adaptar la trilladora artesanal de maní para este fin; pero se continúan los ensayos para perfeccionarla, en apoyo a los pequeños agricultores.

El Programa Nacional de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología de la Estación Experimental El Porvenir, actualmente viene utilizando la Trilladora Múltiple de Bandas, marca KOHLER 10 (motor de 2T gasoliner) para el trillado del germoplasma de "sacha inchi", resultando ser muy eficiente, tal como cuando trilla caupí, frijol y maní (Foto 31).

Finalmente, después del secado y la trilla, se obtiene un 52% de semilla seca (Foto 32) y un 48% de cáscara (ecotipo Pinto Recodo) (Arévalo, 1990-1995).

Aún no se ha investigado sobre la humedad óptima de secado del grano del "sacha inchi", pero se estima que ésta debe estar entre 8 a 10%, para facilitar el descascarado de la almendra; pues, a mayor humedad no se desprende fácilmente la cáscara.



Foto 31 Máquina trilladora múltiple, para el descascarado de la cápsula De sachá inchi



Foto 32 Semillas de sachá inchi después del descascarado por trilladora múltiple

Almacenaje

Las condiciones óptimas de almacenamiento no han sido aún determinadas con precisión, pero la práctica ha demostrado los efectos deteriorantes de la luz, humedad y la presencia de insectos, en la calidad de grano.

Los recipientes utilizados para la conservación del grano comercial son los sacos de polipropileno o yute con capacidad de 50 a 70 kg colocados sobre "parihuelas" de madera.

El grano de "sacha inchi", por sus características de especie oleaginosa al igual que la soya o el algodón, fácilmente se enrancia, de allí que las semillas mal almacenadas bajan muy pronto su porcentaje de germinación y con la consiguiente pérdida económica.

Obtención de la almendra

Para poder utilizar el "sacha inchi" es necesario eliminar la cubierta o cáscara de la semilla y dejar al descubierto la almendra, que es la parte comestible.

El descascarado de la almendra es una labor minuciosa, pues hay que hacerlo con mucha paciencia y delicadeza, de lo contrario no se obtendrá una almendra entera. Una de las formas de obtenerla es golpeando suavemente la semilla con un tenedor u otro cubierto, de tal manera que facilite el descascarado manual; otra forma de obtenerla es presionando la semilla con un alicate, esta labor se hace semilla por semilla. Es necesario indicar que se ha observado el descascarado, cuando las semillas fueron sometidas a hervor en autoclave; pero no se ha determinado a que temperatura podría o no afectar el resultado final del producto deseado.

En la Estación Experimental El Porvenir, se ha construido una máquina prototipo descascaradora de almendras de "sacha inchi", cuya eficiencia de descascarado es del 70%. Se continúa investigando para mejorarla, pero a pesar de ello, ya podemos considerarla como una solución al problema del descascarado de almendras (Fotos 33 y 34).

Foto 33
Máquina prototipo, para el
Descascarado de almendras
De sachá inchi, construida
en la EE El Porvenir



Foto 34 Almendras de sachá inchi, después del descascarado con
La máquina prototipo

USOS Y VALORES NUTRITIVOS

El "sacha inchi" es un producto de consumo muy popular en la población nativa y mestiza de algunas áreas rurales de San Martín. La semilla actualmente se consume tostada, cocida con sal, en confituras (turrón), en mantequilla y como ingrediente de diversos platos típicos como: inchi cucho (ají con maní), lechona api (mazamorra de plátano con maní), inchi capi (sopa de gallina con maní o sopa de res con maní), en los cuales reemplaza al maní.

En algunos lugares se obtienen aceites en forma artesanal para la alimentación y combustible de iluminación.

Análisis preliminares realizados en el Instituto de Ciencia de los Alimentos de la Universidad de CORNELL (D.C. Hazen e Y. Stoewsand, datos no publicados), mostraron que el "sacha inchi" presentaba un inusual nivel elevado de aceite 49% y un contenido relativamente alto de proteínas (33%) (Hamaker *et al*, 1992).

De acuerdo al Cuadro 2, los mismos autores mencionan que el contenido de proteínas del "sacha inchi", fue aproximadamente el mismo que para las otras semillas aceiteras encontradas en la Región Andina. El perfil de los aminoácidos en algunos aspectos es mejor que el de las otras semillas aceiteras. Los niveles de leucina y lisina son más bajos que los de la proteína de la soya, aunque igual o mayor que los niveles de la proteína de maní, semilla de algodón o del girasol.

Los aminoácidos azufrados (metionina + cistina), tirosina, treonina y triptófano están presentes en cantidades más elevadas que en las otras oleaginosas.

Comparando las proteínas totales del "sacha inchi" con los otros patrones recomendados por FAO/WHO/ONU (Reunión Consultiva de Expositores 1985 de FAO/WHO/ONU) para la alimentación de niños en edad pre-escolar de dos a cinco años y lo recientemente recomendado para todas las edades a excepción de infantes (Unión de Consultores Expertos 1990 de la FAO/WHO/ONU); si es que la proteína del "sacha inchi" es completamente digerida, podría resultar deficiente solamente en leucina y lisina.

Cuadro 2 Perfil de aminoácidos de la proteína del sachá inchi comparada con otras proteínas de semillas aceiteras ¹

AMINOACIDOS	SACHA INCHI	SEMILLAS ²				FAO/WHO/ONU
		SOYA	MANI	ALG.	GIRASOL	
Proteína Total %	27	28	23	23	24	
Esenciales						
Histidina	26	25	24	27	23	19
Isoleucina	50	45	34	33	43	28
Leucina	64	78	64	59	64	66
Lisina	43	54	35	44	36	58
Metionina	12	13	12	13	15	--
Cisteína	25	13	13	16	15	--
Metionina + cisteína	37	26	25	29	34	25
Fenilalanina	24	49	50	52	45	--
Tirosina	55	31	39	29	19	--
Fenilalanina + tirosina	79	80	89	81	54	53
Treonina	43	39	26	33	37	34
Triptófano	29	13	10	13	14	11
Valina	40	48	42	46	51	35
No Esenciales						
Alanina	36	43	39	41	42	--
Arginina	55	72	112	112	80	--
Asparagina	111	117	114	94	93	--
Glutamina	133	187	183	200	218	--
Glicina	118	42	56	42	54	--
Bolina	48	55	44	38	45	--
Serina	64	51	48	44	43	--
TEAA *	411	418	349	365	366	--
TAA **	976	985	945	936	941	--
TEAA como % de TAA	42	42	37	39	39	---
* TEAA = Aminoácidos esenciales totales						
** TAA = Total de aminoácidos						

1. Los valores están indicados en miligramos/gramos de proteínas
2. Valores tomados para soya, maní, algodón y girasol fueron tomados de Bodwell y Hopkins (1985)
3. Niveles recomendados para niños en edad pre-escolar (2-5 años), recientemente se recomienda para la evaluación de la calidad de la dieta proteica para todos los grupos, a excepción de infantes (Reunión Consultora, Conjunto de Expertos FAO/WHO 1990)

De acuerdo al Cuadro 3, los autores (Hamaker *et al*, 1992) mencionan que el contenido y perfil de los ácidos del "sacha inchi" fue previamente reportado (Hazen y Stoewsand, 1980) aunque no publicado. El "sacha inchi" resulta poseer el más alto contenido de aceite entre las semillas aceiteras señaladas en este cuadro y comparables al maní y girasol.

Cuadro 3 Perfiles de ácidos grasos del aceite del sacha inchi comparado con el aceite de otras semillas aceiteras

ACIDO GRASO	SACHA INCHI	SEMILLA			
		SOYA	MANI	ALGODON	GIRASOL
Aceite Total	54	19	45	16	48
Saturados					
C14:0 Mirfístico	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C16:0 Palmítico	4,5	10,5	12,0	18,7	7,5
C18:0 Esteárico	3,2	3,2	2,2	2,4	5,3
Insaturado					
C16:0 almitoleico	0,0	0,0	0,3	0,6	0,0
C18:0 Oleico	9,6	22,3	41,3	18,7	29,3
C18:2 Linoleico	6,8	54,5	36,8	57,5	57,9
C18:3 Linolenico	45,2	8,3	0,0	0,5	0,0
C20:0 Gadoleico	0,0	0,0	1,13	0,0	0,0

Aminogramas y perfiles nutricionales efectuados en 1990 por Hammaker en Arkansas (USA) indican que el "sacha inchi" posee un aceite de baja saturación; la almendra concentrada como alimento, contiene más grasa que la crema de leche, más calorías que el azúcar y más vitaminas, proteínas y minerales que la carne de res. El aceite tiene alto contenido de vitamina A, 680 ug de retinol en 100 ml de aceite y se mantiene en 466 ug después de ser usado en frituras. El aceite, por provenir de una especie vegetal, carece de colesterol, el sabor ligeramente amargo ("patco") de la almendra cruda desaparece durante el cocido, el tostado y en la cocción por microondas.

POTENCIAL AGROINDUSTRIAL

Ensayos de orientación para la extracción de aceites comestibles realizados en la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, con métodos simples de cocción, molienda y separación por decantación, lograron 30% de aceite y 60% de torta (Vela, 1994).

En la Universidad de San Martín - Tarapoto, también se están realizando investigaciones para cultivar "sacha inchi" y evaluar el uso del potencial como suplemento en la alimentación de aves de corral.

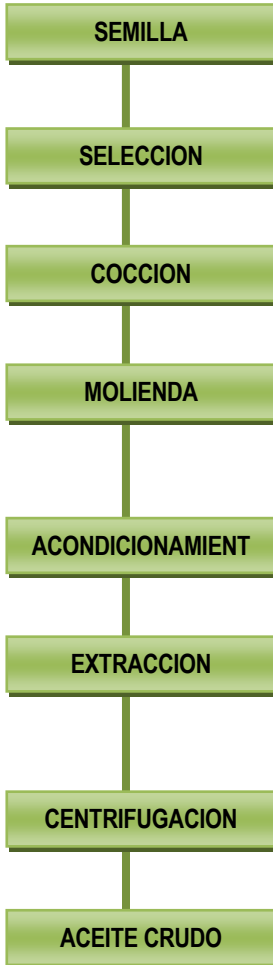
Los objetivos a largo plazo de los estudios en "sacha inchi" son: encontrar nuevas formas y modos de empleo de la semilla para el consumo humano como aceite de cocina, concentrado de proteínas para lactantes, de harina desengrasada con elevado contenido de proteínas, etc. Estimaciones técnicas provenientes de pruebas a nivel industrial, señalan la posibilidad de obtener del "sacha inchi" 1 t de torta/ha/año y 1 t/ha/año de aceite crudo.

Actualmente, en una etapa experimental, se están logrando mezclas nutritivas de "sacha inchi" con maíz amarillo duro, arroz, plátano, yuca, harina para fideos, panes, galletas, leche y derivados lácteos.

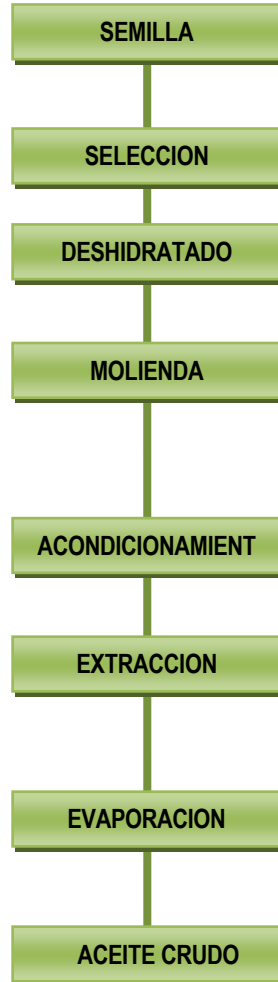
A continuación, se presentan los diagramas de flujo para la extracción de aceite del "sacha inchi", que se están investigando actualmente en la Universidad Nacional de San Martín (Vela, 1994).

DIAGRAMAS DE FLUJO

EXTRACCIÓN POR PRENSADO



EXTRACCIÓN POR SOLVENTE



ESTRUCTURA DE LOS COSTOS DE PRODUCCION DE UNA HECTAREA DE SACHA INCHI

1. Siembra directa y con tutores vivos (*Erythrina sp*)

PRIMER AÑO					
ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
Mano de obra					
1.	Preparación de terreno (rozo, tumba, quema y destoconado)	Jornal	35	10,00	350,00
2.	Alineado	"	4	10,00	40,00
3.	Instalación de tutores (corte, transporte y siembra de erytrinas)	"	10	10,00	100,00
4.	Siembra del sachá inchi	"	8	10,00	80,00
5.	Resiembra	"	1	10,00	10,00
6.	Establecimiento de cobertura	"	6	10,00	60,00
7.	Fertilización	"	4	10,00	40,00
8.	Control de plagas y enfermedades	"	4	10,00	40,00
9.	Deshierbos (4)	"	24	10,00	240,00
10.	Podas y acomodo de ramas	"	15	10,00	150,00
11.	Cosecha	"	8	10,00	80,00
12.	Beneficio (secado de cápsulas y trillado)	"	8	10,00	80,00
13.	Transporte del producto	kg	250	0,05	12,50
SUB TOTAL					1 282,50
Materiales, insumos, equipos y herramientas					
1.	Semillas de sachá inchi	kg	2,5	2,00	5,00
2.	Semillas de cobertura	kg	3	40,00	120,00
3.	Estacas de erythrina	Unid.	1 111	0,30	333,33
4.	Estacas	Unid.	1 111	0,20	222,20
5.	Fertilizantes NPK (50 kg Urea, 50 kg S.T. de Ca y 100 kg de K Cl)	kg	200		210,00
6.	Insecticida-Nematicida	kg	10	15,00	150,00
7.	Fungicidas	kg	2	30,00	60,00
8.	Adherente	l	1	12,00	12,00
9.	Sacos de polipropileno	Unid.	10	1,80	18,00
10.	Herramientas (10% Costo total)	--	--	--	114,01
11.	Pulverizador (10% costo total)	--	--	--	114,01
12.	Combustible y lubricantes	Gln	2	4,80	9,60
SUB TOTAL					1368,12
IMPREVISTOS (10%)					265,06
COSTO TOTAL					2 915,68

SEGUNDO AÑO					
ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDA D	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
Mano de obra					
1.	Deshierbo (3)	Jornal	18	10,00	180,00
2.	Fertilización	"	4	10,00	40,00
3.	Control de plagas y enfermedades	"	2	10,00	20,00
4.	Podas y acomodo de ramas	"	4	10,00	40,00
5.	Cosecha	"	16	10,00	160,00
6.	Beneficio (secado de cápsulas y trillado)	"	12	10,00	120,00
7.	Transporte del producto	kg	800	0,05	40,00
SUB TOTAL					600,00
Materiales, insumos, equipos y herramientas					
1.	Fertilizantes NPK (100 kg				
	Urea, 50 kg S.T. de Ca y				
	100 kg de K Cl)	kg	250	1,00	250,00
2.	Insecticida-Nematicida	kg	10	15,00	150,00
3.	Fungicidas	kg	2	30,00	60,00
4.	Sacos de prolipropileno	Unid.	20	1,80	36,00
5.	Herramientas (10% costo total)	--	--	--	50,56
6.	Pulverizador (10% costo total)	--	--	--	50,56
7.	Combustible y lubricantes	Gln	2	4,80	9,60
SUB TOTAL					651,72
IMPREVISTOS (10%)					125,17
COSTO TOTAL					1 376,89

2. Siembra indirecta, bajo un sistema de tutoraje en espalderas

I. ALMACIGADO Y VIVERO DURANTE 1,5 MESES					
ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
Mano de obra					
1.	Preparación cama de almácigo				
	y almacigado	Jornal	1	10,00	10,00
2.	Cuidados en el almácigo	"	1	10,00	10,00
3.	Limpieza del terreno del vivero	"	1	10,00	10,00
4.	Extracción de tierra, preparado				
	y llenado de bolsas	"	8	10,00	80,00
5.	Tratamiento de la tierra de				
	las bolsas (esterilización)	"	1	10,00	10,00
6.	Instalación de sombra	"	1	10,00	10,00
7.	Repique (1 111 + 5%)	"	3	10,00	30,00
8.	Riegos	"	1	10,00	10,00
9.	Control de plagas y enfermedades	"	1	10,00	10,00
SUB TOTAL					180,00
Materiales, insumos, equipos y herramientas					
1.	Semillas de sachá inchi	kg	1,5	2,00	3,00
2.	Bolsas de plástico 30 x 25 cm	Unid.	1 167,0	0,15	175,00
3.	Fertilizantes 10-10-10 (NPK)	kg	16,8	1,00	16,80
4.	Insecticidas	kg	1,0	22,00	22,00
5.	Fungicidas	kg	1,0	30,00	30,00
6.	Adherente	l	0,3	10,00	3,00
7.	Pulverizador (10% costo total)	--	--	--	43,47
8.	Herramientas (10% costo total)	--	--	--	43,47
9.	Combustible y lubricantes	Gln	1,0	4,80	4,80
SUBTOTAL					341,59
IMPREVISTOS (10%)					52,16
COSTO TOTAL					573,75

573,75 (Costo Total)

COSTO PLANTON : _____ = 0,49

1 167 (Unidades plantas)

VALOR DE UN PLANTON : S/. 0,49

MARGEN DE UTILIDAD : 20% = 0,11

VALOR REAL DE VENTA : S/. 0,60

II. PRIMER AÑO					
ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
Mano de obra					
01.	Preparación de terreno (rozo, tumba, quema y destoconado)	Jornal	35	10,00	350,00
02.	Alineado	"	4	10,00	40,00
03.	Poceado (sacha inchi y tutores)	"	20	10,00	20,00
04.	Transplante (sacha inchi y tutores)	"	16	10,00	160,00
05.	Recalce	"	1	10,00	10,00
06.	Establecimiento de cobertura	"	6	10,00	60,00
07.	Fertilización	"	4	10,00	40,00
08.	Control de plagas y enfermedades	"	4	10,00	40,00
09.	Deshierbos (4)	"	24	24,00	240,00
10.	Podas y acomodo de ramas	"	12	12,00	120,00
11.	Cosecha	"	8	10,00	80,00
12.	Beneficio (secado de cápsulas y trillado)	"	8	10,00	80,00
13.	Transporte del producto	kg	500	0,05	25,00
SUB TOTAL				1 445,00	
Materiales, insumos, equipos y herramientas					
01.	Semillas de cobertura	kg	3	40,00	120,00
02.	Tutores muertos (sinchinas)	Unid.	1 200	2,00	2 400,00
03.	Alambre galvanizado N° 10	m	3 900	--	975,00
04.	Alambre galvanizado N° 14	m	3 900	--	975,00
05.	Grapas	kg	20	5,00	100,00
06.	Piedras grandes	Unid.	160	--	40,00
07.	Fertilizantes NPK (50 kg Urea, 50 kg S.T. de Ca y 100 kg de K Cl)	kg	200	1,00	200,00
08.	Insecticida-Nematicidas	kg	10	22,00	220,00
09.	Fungicidas	kg	2	30,00	60,00
10.	Adherente	l	1	20,00	20,00
11.	Sacos de prolipropileno	Unid.	10	1,60	16,00
12.	Herramientas (10% costo total)	--	--	--	658,06
13.	Pulverizador (10% costo total)	--	--	--	658,06
14.	Combustible y lubricantes	Gln	2	4,80	9,60
SUB TOTAL				6 451.72	
IMPREVISTOS (10%)				789.67	
COSTO TOTAL				8 686.39	

NOTA: El alambre galvanizado N° 10 puede ser menos y puede remplazarse por alambre más delgado para disminuir los costos.

III. SEGUNDO AÑO					
ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
Mano de obra					
01.	Deshierbos (3)	Jornal	18	10,00	180,00
02.	Fertilización	"	4	10,00	40,00
03.	Control de plagas y enfermedades	"	2	10,00	20,00
04.	Podas y acomodo de ramas	"	2	10,00	20,00
05.	Cosecha	"	16	10,00	160,00
06.	Beneficio (Secado de cápsulas y trillado)	"	12	10,00	120,00
07.	Transporte del producto	"	1 500	0,05	75,00
SUB TOTAL					615,00
Materiales, insumos, equipos y herramientas					
01.	Fertilizantes NPK (100 kg Urea, 50 kg S.T. de Ca y 100 kg de K Cl)	kg	250	1,00	250,00
02.	Insecticida-Nematicidas	kg	10	22,00	220,00
03.	Fungicidas	kg	2	30,00	60,00
04.	Sacos de prolipropileno	Unid.	20	1,80	36,00
05.	Herramientas (10% costo total)	--	--	--	119,06
06.	Pulverizador (10% costo total)	--	--	--	119,06
07.	Combustible y lubricantes	Gln	2	4,80	9,60
SUB TOTAL					813,72
IMPREVISTOS (10%)					142,87
COSTO TOTAL					1 571,59

IV. TERCER AÑO (*)					
ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
Mano de obra					
01.	Deshierbos (3)	Jornal	9	12,00	108,00
02.	Fertilización	"	4	12,00	48,00
03.	Control de plagas y enfermedades	"	3	12,00	36,00
04.	Podas y acomodo de ramas	"	2	12,00	24,00
05.	Cosecha	"	24	12,00	288,00
06.	Beneficio (Secado de cápsulas y trillado)	"	18	12,00	216,00
07.	Transporte del producto	"	2 200	0,08	176,00
SUB TOTAL					896,00
Materiales, insumos, equipos y herramientas					
01.	Fertilizantes NPK (100 kg				
	Urea, 50 kg S.T. de Ca y				
	100 kg de K Cl)	kg	250	1,20	300,00
02.	Insecticida-Nematicida	kg	15	25,00	375,00
03.	Fungicidas	kg	3	35,00	105,00
04.	Sacos de prolipropileno	Unid.	35	2,20	77,00
05.	Herramientas (10% costo total)	--	--	--	176,34
06.	Pulverizador (10% costo total)	--	--	--	176,34
07.	Combustible y lubricantes	Gln	2	5,20	10,40
SUB TOTAL					1 220,08
IMPREVISTOS (10%)					211,61
COSTO TOTAL					2327,69

(*) A partir del tercer año, los costos de producción se han elaborado en base a una proyección del rendimiento de semilla seca de sachá inchi por hectárea, y están sujetos al incremento de nuevos soles de los insumos, materiales y mano de obra.

V. CUARTO AÑO					
ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
Mano de obra					
01.	Deshierbos (3)	Jornal	09	12,00	108,00
02.	Fertilización	"	04	12,00	48,00
03.	Control de plagas y enfermedades	"	03	12,00	36,00
04.	Podas y acomodo de ramas	"	02	12,00	24,00
05.	Cosecha	"	26	12,00	312,00
06.	Beneficio (Secado de cápsulas y trillado)	"	20	12,00	240,00
07.	Transporte del producto	"	2 400	0,08	192,00
SUB TOTAL					960,00
Materiales, insumos, equipos y herramientas					
01.	Fertilizantes NPK (100 kg Urea, 50 kg S.T. de Ca y 100 kg de K Cl)	kg	250	1,20	300,00
02.	Insecticida-Nematicidas	kg	15	25,00	375,00
03.	Fungicidas	kg	3	35,00	105,00
04.	Sacos de prolipropileno	Unid.	38	2,20	83,60
05.	Herramientas (10% costo total)	--	--	--	183,40
06.	Pulverizador (10% costo total)	--	--	--	183,40
07.	Combustible y lubricantes	Gln	02	5,20	10,40
SUB TOTAL					1 240,80
IMPREVISTOS (10%)					220,08
COSTO TOTAL					2 420,88

VI. QUINTO AÑO					
ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
Mano de obra					
01.	Deshierbos (3)	Jornal	09	15,00	135,00
02.	Fertilización	"	04	15,00	60,00
03.	Control de plagas y enfermedades	"	03	15,00	45,00
04.	Podas y acomodo de ramas	"	02	15,00	30,00
05.	Cosecha	"	28	15,00	420,00
06.	Beneficio (Secado de cápsulas y trillado)	"	22	15,00	330,00
07.	Transporte del producto	"	2 600	0,10	260,00
SUB TOTAL					12 80,00
Materiales, insumos, equipos y herramientas					
01.	Fertilizantes NPK (100 kg Urea, 50 kg S.T. de Ca y 100 kg de K Cl)	kg	250	1,80	450,00
02.	Insecticida-Nematicidas	kg	15	28,00	420,00
03.	Fungicidas	kg	3	40,00	120,00
04.	Sacos de polipropileno	Unid.	38	2,50	95,00
05.	Herramientas (10% costo total)	--	--	--	237,62
06.	Pulverizador (10% costo total)	--	--	--	237,62
07.	Combustible y lubricantes	Gln	2	5,60	11,20
SUB TOTAL					1 571,44
IMPREVISTOS (10%)					285,14
COSTO TOTAL					3 136,58

**RESUMEN DE LOS COSTOS DE PRODUCCION DE SACHA ANCHI DE 0-5 AÑOS,
BAJO EL SISTEMA DE TUTORAJE EN ESPALDERAS**

Año	Rdto/ha t	Precio/kg S/.	Costo/ha S/.	Rentabilidad (IN/CT*100) %
Año 0	0,0	2,00	573,75	0,00
Año 1	0,5	2,00	8 686,39	- 88,49
Año 2	1,5	2,00	1 571,59	47,61
Año 3	2,2	2,50	2 327,69	136,29
Año 4	2,4	2,50	2 420,88	147,85
Año 5	2,6	3,00	3 136,58	148,68

LITERATURA CITADA

1. AREVALO,G.G. 1990 -1995. Colección, caracterización y mantenimiento de germoplasma de oleaginosas nativas. In Tarapoto, Perú. INIA, Estación Experimental El Porvenir. Informe Anual 1990-1995. Tarapoto s.p.
2. AYALA,F. s.a. Taxonomía vegetal. pp. 119 -121.
3. BAILEY,L.L. 1949. Manual of cultivated plants. The Mac Millan Co. New York. 118 p.
4. BIBLIOTECA CONMEMORATIVA ORTON. 1987. Bibliografía corta sobre *Plukenetia*. Euphorbiaceae. Comunicación DC/SIT-55 del 27 de Enero, N° 3242.
5. FIELD MUSEUM OF NATURAL AL HISTORY-BOTANY. s.a. Flora of Perú. Vol XIII pp. 115 -116.
6. FIGUEROA,Z.R. 1992. El cultivo del plátano en el Perú. Lima. Ed. FUNDEAGRO. 134 p.
7. GUERRERO,C.R. 1993. Densidad de siembra de leguminosas de grano en asociación con "maní del inca" (*Plukenetia volubilis* L.) en etapa inicial de desarrollo en el Bajo Mayo. Tesis Ing. Agr. Tarapoto, Perú. Universidad Nacional de San Martín. Dpto. de Agroindustria. 72 p.
8. HAMAKER,B.R., *et al.* 1992. Perfiles de aminoácidos y ácidos grasos del "maní del inca" (*Plukenetia volubilis* L.).
9. HERNANDEZ,T.T., *et al.* 1988. Sistemas de producción de achiote en la Amazonía Peruana. Tingo María, Perú. Prog. Promoción Agroindustrial y Desarrollo Rural AD/PER - 86/459 PNUD - CORDE Huánuco. 84 p.
10. MACBRIDE,J.F. 1951. Euphorbiaceae. In Flora of Perú. Botanical series vol. 13, part. IIIA, N° 1. Field Museum of Natural History. 115 -118 p.
11. SOUKUP,J. 1970. Vocabulario de los nombres vulgares de la flora peruana. Imprenta Colegio Salesiano, Lima.

12. STANLEY,P.C. AND S.A. STEYEMARK. 1949. Flora of Guatemala. Fieldiana Botany vol. 24 part VI. pp. 153 -156. Chicago Natural History Museum.
13. VALLES,C.R. 1990. El "sacha inchi", planta nativa de importancia proteica y aceitera promissora para la selva alta. Separata, 2 p.
- 14.----- 1992. Revista Pura Selva. Tingo María, Perú. pp. 40 - 41.
15. VELA,S.L. 1994. Ensayos para la extracción y caracteriza-ción de aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en el Departamento de San Martín. Tesis Ing. Agroind. Tarapoto, Perú. Universidad Nacional de San Martín. Dpto. de Agroindustria. s.p.
16. VITTERI,P.M. 1992. Cultivo del algodónero en el departamento de San Martín. Tarapoto, Perú. CIPA X - Moyobamba. Manual N° 02. 119 p.