

TUCUMÁN

“REVALORIZACIÓN DE LOS CULTIVOS ORIGINARIOS. EL SACHA INCHI O MANÍ DEL INCA COMO ALTERNATIVA PARA MEJORAR LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LA HUERTA FAMILIAR”

Nivel: Secundario

Modalidad: Educación Técnico
Profesional

Área: ETPB1

**FERIA NACIONAL DE INNOVACIÓN EDUCATIVA:
ARTES, CIENCIAS, TECNOLOGÍA Y
DEPORTES EN LA ESCUELA – AÑO 2017**

Título del Proyecto:

**REVALORIZACIÓN DE LOS CULTIVOS ORIGINARIOS
EL SACHA INCHI O MANÍ DEL INCA COMO
ALTERNATIVA PARA MEJORAR LA CALIDAD
NUTRICIONAL DE LA HUERTA FAMILIAR**

Nivel: Secundario

Modalidad: Técnica

Área: Talleres Tecnológicos del Ciclo Básico

Disciplina: Taller de Horticultura e Industrialización de Productos Vegetales

Equipo Expositor:

Alumna: Lamas González, Sofía Gimena – D.N.I. 44.580.549

Alumna: Lobo Silva, Rocío Valentina – D.N.I. 44.703.173

Docente: Perera, Jorge Hernán – D.N.I. 17.042.168

Código del Proyecto:

Institución: Escuela Técnica Nº 2 de Tafí Viejo – C.U.E. 9002046

Localidad: Barrio Lomas de Tafí, Depto. Tafí Viejo, Tucumán

Jurisdicción: Tucumán

Datos del Equipo de Investigación:

Apellido y Nombre	D.N.I.	Año	Edad
Ibáñez, Fernando Adriel	44.751.706	3º Año Ciclo Básico	14
Jaimez, José Antonio	45.273.964	3º Año Ciclo Básico	15
Jorrat, Nancy Jazmín	44.866.141	3º Año Ciclo Básico	14
Juárez Isa, José Tomás	44.866.150	3º Año Ciclo Básico	14
Juárez Teves, Camila	44.189.677	3º Año Ciclo Básico	15
Lamas González, Sofía Gimena	44.580.549	3º Año Ciclo Básico	15
Lamas González, Guido Tomás	44.580.550	3º Año Ciclo Básico	15
Lazarte Fernández, Álvaro Gabriel	43.962.774	3º Año Ciclo Básico	14
Lazarte, Facundo Maximiliano	44.376.560	3º Año Ciclo Básico	15
Leguizamón, Juan Sebastián	44.616.159	3º Año Ciclo Básico	14
Lobo Silva, Rocío Valentina	44.703.173	3º Año Ciclo Básico	14
Luna, Lucas Guillermo José	44.028.718	3º Año Ciclo Básico	16
Magarzo, Silvio Ismael	43.290.192	3º Año Ciclo Básico	17
Mansilla, Marylin Andrea	44.580.926	3º Año Ciclo Básico	14
Martin, Leandro Adrián	45.120.856	3º Año Ciclo Básico	15

Docente Orientador: Perera, Jorge Hernán**D.N.I.:** 17.042.168**Especialidad:** Horticultura e Industrialización de Productos Vegetales**Colaboradores del Proyecto:**

Apellido y Nombre	D.N.I.	Rol en el Proyecto
Juárez Salcedo, Juan Pablo	26.783.554	Profesor de Horticultura e Industrialización de Productos Vegetales: co-responsable del proyecto; orientación y asesoramiento de alumnos; manejo del cultivo; prácticas de laboratorio; producción de documentos.
Navarro, Rubén Marino	31.451.802	Profesor de Cultivos Industriales: asesoramiento técnico; colaboración en construcción de prensa para extracción de aceite.
Arcos, Gabriel Ángel	7.797.340	Médico y Productor Agropecuario: asesoramiento técnico en manejo del cultivo y nutrición humana; provisión de frutos y semillas.



ESCUELA TÉCNICA N° 2 DE TAFÍ VIEJO

**PROYECTO:
REVALORIZACIÓN DE LOS CULTIVOS ORIGINARIOS
EL SACHA INCHI O MANÍ DEL INCA
COMO ALTERNATIVA PARA MEJORAR
LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LA HUERTA FAMILIAR**

INFORME TÉCNICO

ÍNDICE

Datos Generales	2
Resumen	2
Introducción y Antecedentes	3
Planteo del Problema e Hipótesis.....	4
Objetivos	5
Innovación Tecnológica	5
Innovación Pedagógica	5
Intervención en la Comunidad	5
Materiales y Métodos	5
Resultados	10
Posicionamiento de las familias respecto al cultivo y al consumo de Sacha Inchi	10
Respuesta del Cultivo	12
Rendimiento en Aceite	14
Conclusiones	15
Descripción de la Planta de Sacha Inchi	16
Manejo del Cultivo de Sacha Inchi	18
Tecnología de Post-Cosecha	19
Ácidos Grasos y Proteínas en la Semilla de Sacha Inchi	20
Bibliografía	25
Agradecimientos	26
Anexo: Ácidos Grasos	27

DATOS GENERALES

Espacio Curricular:

Taller de Horticultura e Industrialización de Productos Vegetales

Docentes Responsables:

Perera, Jorge H.; Juárez Salcedo; Juan Pablo

Alumnos Participantes:

3º Año del Ciclo Básico – Taller de Horticultura e Industrialización de Productos Vegetales II
Grupo 1º Bimestre 2017

Alumnos Expositores:

Lamas González, Sofía Gimena; Lobo Silva, Rocío Valentina

RESUMEN

Con el propósito de incorporar calidad nutricional a la huerta familiar se probó una especie vegetal cultivada en épocas ancestrales por los indios de la región Andina y de la Amazonia Peruana, el “Sacha Inchi” o “Maní del Inca”. Se prepararon unos 20 plantines en bandejas germinadoras, luego se repicaron a macetines y a los 2 meses se transplantaron a la huerta de la Escuela Técnica N° 2 de Tafí Viejo. El cultivo mostró una adaptación de regular a aceptable a las condiciones climáticas y edáficas del lugar, lo que hace prever rendimientos ligeramente por debajo de los indicados en la bibliografía consultada (alrededor de 0,5 a 1 kg de semilla por planta). El crecimiento de las plantas fue inferior a las expectativas iniciales, posiblemente por los suelos de textura arcillosa de la huerta y por la frecuencia irregular de los riegos, principalmente en el primer mes de implantación del cultivo (por la organización de los horarios escolares). La semilla posee contenidos muy elevados de proteínas (incluyendo aminoácidos esenciales) y de ácidos grasos insaturados (omega 3, 6 y 9), en niveles en muchos casos superiores al de otras semillas de oleaginosas de amplio uso industrial. El rendimiento obtenido en aceite de semillas provistas por terceros osciló entre el 19 y el 38 % del peso de la semilla, empleando un dispositivo diseñado y construido por los alumnos para extracción mediante prensado en frío. Las familias para quienes se prevé la implantación del cultivo en sus huertas mostraron interés en el vegetal y en su valor nutricional, según una encuesta realizada por los estudiantes.

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.), denominado también Maní del Inca, Maní del Monte o Sacha Maní, es una especie que se encuentra distribuida desde América Central hasta América del Sur, encontrándose en estado silvestre en toda la zona de la Amazonia. Posiblemente fue cultivado por los Incas hace 3000 a 5000 años, lo que se deduce de haberse encontrado en tumbas incaicas de la costa peruana huacos¹ fitomórficos que representan el fruto de esa planta (Flores, 2010). La misma fuente menciona que en el año 1980 se redescubre el Sacha Inchi y la Universidad de Cornell realiza un estudio sobre las características nutricionales de su semilla, resultando entonces un cultivo muy promisorio por la calidad de su aceite, iniciándose así el encuentro del conocimiento nativo y el conocimiento científico.

El género *Plukenetia* es un género de plantas tropicales de la familia Euphorbiaceae, que comprende 19 especies, de las cuales 12 se encuentran en Sudamérica y 7 en Europa. La distribución de *Plukenetia volubilis* se extiende desde las Antillas menores, Surinam y el sector noreste de la cuenca amazónica en Venezuela y Colombia hasta Ecuador, Perú y Brasil.

El hábitat de esta especie son los bosques tropicales lluviosos, con temperaturas de 10 a 36 °C. Se adapta desde los 100 a los 2.000 m.s.n.m., en climas cálidos. El Sacha Inchi tiene una amplia adaptación a diferentes tipos de suelo; los más aptos son los de textura media (franco-arcillo-arenosa, franco-arcillosa y franco-arenosa) siendo los menos apropiados los muy arcillosos o muy arenosos; es una planta agrónomicamente rústica de poca exigencia nutricional, crece en suelos ácidos (pH 5,5 a 6,8) y con alta concentración de aluminio (Dostert y otros, 2013).

Presenta características muy favorables para la reforestación. La siembra del Sacha Inchi con tutores vivos en el contorno de cerros y laderas sirve para proteger a los suelos de la erosión indiscriminada.

Arévalo Garazatúa (1999) menciona que la almendra de Sacha Inchi constituye una valiosa alternativa para resolver la deficiencia de proteínas en la alimentación humana, que afecta principalmente a la niñez causándole daños irreparables ya que limita la salud física y la mental reduciendo la capacidad de aprendizaje. El valor de esta planta nativa, no solamente radica en sus aspectos alimenticio, cultural e histórico, sino en su rentabilidad económica, pudiendo constituirse en un cultivo industrial, además de contribuir a evitar la erosión de los suelos de ladera.

El Centro de Investigación, Educación y Desarrollo de Perú (2008) destaca que el cultivo de Sacha Inchi logró a partir de la primera década del siglo XXI una gran importancia económica e industrial en el mercado local, nacional e internacional, debido a la demanda de ácidos grasos esenciales (ácido linoléico, linoleico y oleico, de tipos omega 3, 6 y 9 respectivamente) y vitamina E; sustancias que las semillas de esta planta poseen en cantidades elevadas, con respecto a las de otras oleaginosas de uso común, como la soja, el maní, el maíz, la colza y el girasol.

A pesar de haber sido cultivado durante cientos de años por los Incas, en la actualidad se ha investigado muy poco sobre su manejo agronómico bajo condiciones controladas de cultivo intensivo.

Manco Céspedes (2006) informa que según análisis realizados por la Universidad de Cornell (USA) la semilla contiene 48 % de aceite y 29 % de proteína; su aceite se caracteriza por poseer una alta proporción de ácidos grasos insaturados. Por su naturaleza y el proceso de extracción, es un aceite de alta calidad para la alimentación y la salud. Es el mejor aceite para consumo humano doméstico, cosmético y medicinal; superando a todos los utilizados actualmente, (oliva, girasol, soja, maíz, maní). Entre los usos del aceite se pueden mencionar: reductor del colesterol; aceite de mesa y de cocina; para enriquecer con Omega 3 los alimentos; para elaborar cosméticos; para uso medicinal. Su proteína presenta un importante contenido de aminoácidos esenciales y no esenciales. Es rico en vitaminas A y E, en cantidades suficientes para la nutrición humana.

El Sacha Inchi fue introducido en la provincia de Tucumán (y posiblemente en la Argentina) por el Dr. Gabriel Arcos, en el año 2012, realizando las primeras siembras en la zona de Gobernador Garmendia, Departamento Burruyacú, a partir de material importado desde el Perú. El propósito de esta implantación fue la producción en gran escala de semilla para la obtención industrial del aceite.

¹ Una pieza de cerámica de factura delicada y de características estéticas notables producida por alguna cultura prehispánica peruana de los Andes centrales o de la costa de ese país. Esta clase de piezas fueron encontradas en emplazamientos precolombinos como templos, sepulcros y enterramientos, así como en otras clases de ruinas. Estos emplazamientos, especialmente si se les supone un significado sagrado, reciben el nombre genérico de *huaca* (de la voz nativa *waqa*), de donde posiblemente los *huacos* tomaron su nombre. Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Huaco> (consultado: junio de 2017)

La bibliografía consultada arroja que las principales investigaciones (y tal vez las únicas) sobre el cultivo del Sacha Inchi se realizan en Perú, dirigidas por organismos estatales (INIA, CIED) en coordinación con empresas privadas y cooperativas de productores nativos. No se encontraron publicaciones sobre el tema en Argentina.

PLANTEO DEL PROBLEMA E HIPÓTESIS

La motivación para indagar en las posibilidades del Sacha Inchi o Maní del Inca para producir una mejora en la calidad nutricional de los productos de la huerta familiar surge de las siguientes consideraciones:

- La calidad alimentaria de las familias en zonas rurales y urbanas marginales debe mejorarse.
- Hay cultivos de los pueblos originarios, que pueden brindar importantes beneficios en la dieta y la salud humanas y que por razones económicas y políticas, y a pesar de haberse desarrollado durante milenios, se fueron perdiendo.
- Las huertas familiares representan una alternativa posible para mejorar el nivel de vida de las personas, mediante la diversificación con cultivos de alto rendimiento, buena adaptabilidad y pocos cuidados culturales, con manejo orgánico.

La hipótesis sobre la que se fundamenta este proyecto es: ***El Sacha Inchi o Maní del Inca es un cultivo viable en pequeñas huertas con manejo orgánico, permitiendo el suficiente número de plantas y el rendimiento adecuado en semillas, para la producción de aceite vegetal de excelente calidad (rico en ácidos grasos omega 3, 6 y 9 y en proteínas), que permita mejorar la salud y nutrición de las familias rurales y urbanas periféricas.***

OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

- Recuperar y revalorizar la cultura agrícola de los pueblos originarios de la región andina.
- Evaluar la implantación de 15 a 20 ejemplares de Sacha Inchi en la huerta familiar, considerando espacio y recursos necesarios, adaptación, manejo y rendimiento.
- Diseñar un método práctico de trilla de la semilla y extracción del aceite.
- Probar diferentes formas de consumo de las semillas y del aceite de Sacha Inchi.

Innovación Tecnológica

La prueba de implantación de un cultivo no tradicional en la zona, con interesantes posibilidades de integración en la huerta familiar para mejorar la calidad de la dieta humana, representa una innovación en cuanto a la tecnología aplicada a la agricultura y a la producción de alimentos.

Innovación Pedagógica

Incorporar un cultivo diferente a las actividades del Taller de Horticultura implica nuevas experiencias didácticas en la huerta. Los estudiantes conocen otra especie hortícola, destinada a la producción de semilla oleaginosa rica en ácidos grasos omega 3 y en proteína. Las tareas sobre el cultivo implican acciones que los alumnos no aplicaban para otras especies: separación de las semillas

de las cápsulas; producción de plantines en bandejas; sistema de tutorado con postes y alambres; plagas y enfermedades diferentes a las comunes de la huerta; cosecha y trilla de las cápsulas; extracción del aceite.

Intervención en la Comunidad

La investigación apunta a sumar una alternativa productiva en las huertas familiares de zonas marginales urbanas o rurales, que representa una mejora interesante en la calidad nutricional al incorporar una fuente de aceite omega 3 y proteína vegetal. La experimentación para determinar la viabilidad, manejo y rendimiento del cultivo de Sacha Inchi en pequeñas superficies con trabajo intensivo apunta a verificar su posible introducción con éxito en este tipo de agricultura como una forma de elevar el nivel de vida de las familias.

MATERIALES Y MÉTODOS

La semilla utilizada en la experiencia fue obtenida de la trilla de cápsulas provistas por el Dr. Gabriel Arcos a partir de cosecha propia de un cultivo con cinco años de implantación.

En octubre de 2016 los alumnos procedieron a la separación manual de las semillas por rotura mecánica de las cápsulas, obteniéndose aproximadamente dos kilogramos de semillas. Éstas se sembraron en bandejas de 25 y 50 celdas empleando un sustrato conformado por 50% compost y 50% turba parda. A los 30 a 40 días posteriores a la siembra se produjo la emergencia de las plántulas que a los 40 días (fines de diciembre) fueron repicadas a macetines de plástico soplado N° 12. Una parte de esas plantas se identificó para el seguimiento de su crecimiento (aumento en altura), durante los meses de enero y febrero.

Las plantas se desarrollaron en esos recipientes hasta el mes de marzo cuando fueron transplantadas a la huerta de la escuela, con una altura de entre 20 y 40 cm aproximadamente. Se instalaron finalmente 16 plantas, en sus lugares definitivos en la huerta. Nueve de ellas se ubicaron en un sistema de tutorado en espaldera (utilizando postes de madera y los troncos de una pequeña cortina de álamos) y el resto se colocó contra la tela metálica que separa la huerta escolar de la calle lateral.

Estas plantas se controlaron hasta la fecha realizando sencillas tareas de manejo: desmalezado manual, escardillado y riego con regadera.

El seguimiento de las semillas germinadas y el crecimiento de las plantas en macetines y en su lugar final de implantación se realizaron mediante planillas que los alumnos y los docentes iban completando en forma periódica.

La secuencia de actividades y su cronología se presentan esquemáticamente en la Figura 01.

Para la extracción del aceite se diseñó un prototipo de prensa manual, construida empleando un cilindro hidráulico (tomado del aparato que se utiliza en la elevación parcial de vehículos para el cambio de neumáticos) y un pistón de motocicleta. La estructura se construyó con planchuelas de 10 mm de espesor. La capacidad de prensado es de 50 a 100 gramos de semilla por vez. La Figura 02 presenta el dispositivo utilizado para la extracción del aceite.

Para determinar la posible incidencia del cultivo en las huertas familiares y el interés de las personas por llevar a cabo su implantación en los hogares, se realizó una encuesta sobre una muestra de 40 familias aproximadamente, ubicadas en zonas rurales o medianamente urbanizadas, ubicadas en la periferia de centros poblacionales importantes como la ciudad de Tafí Viejo (capital del departamento de Tafí Viejo) y la de Bella Vista (capital del departamento de Leales). La orientación hacia estas ubicaciones surgió de la inquietud de los alumnos, en su mayoría habitantes del Barrio Lomas de Tafí – sitio en la periferia de la ciudad de Tafí Viejo –, y del borde del Gran San Miguel de Tucumán, lindante con el Departamento Tafí Viejo. La investigación en la zona periférica de la ciudad de Bella Vista se agregó por la disponibilidad del docente para encuestar esos hogares. El modelo de encuesta se presenta en la Figura 03.

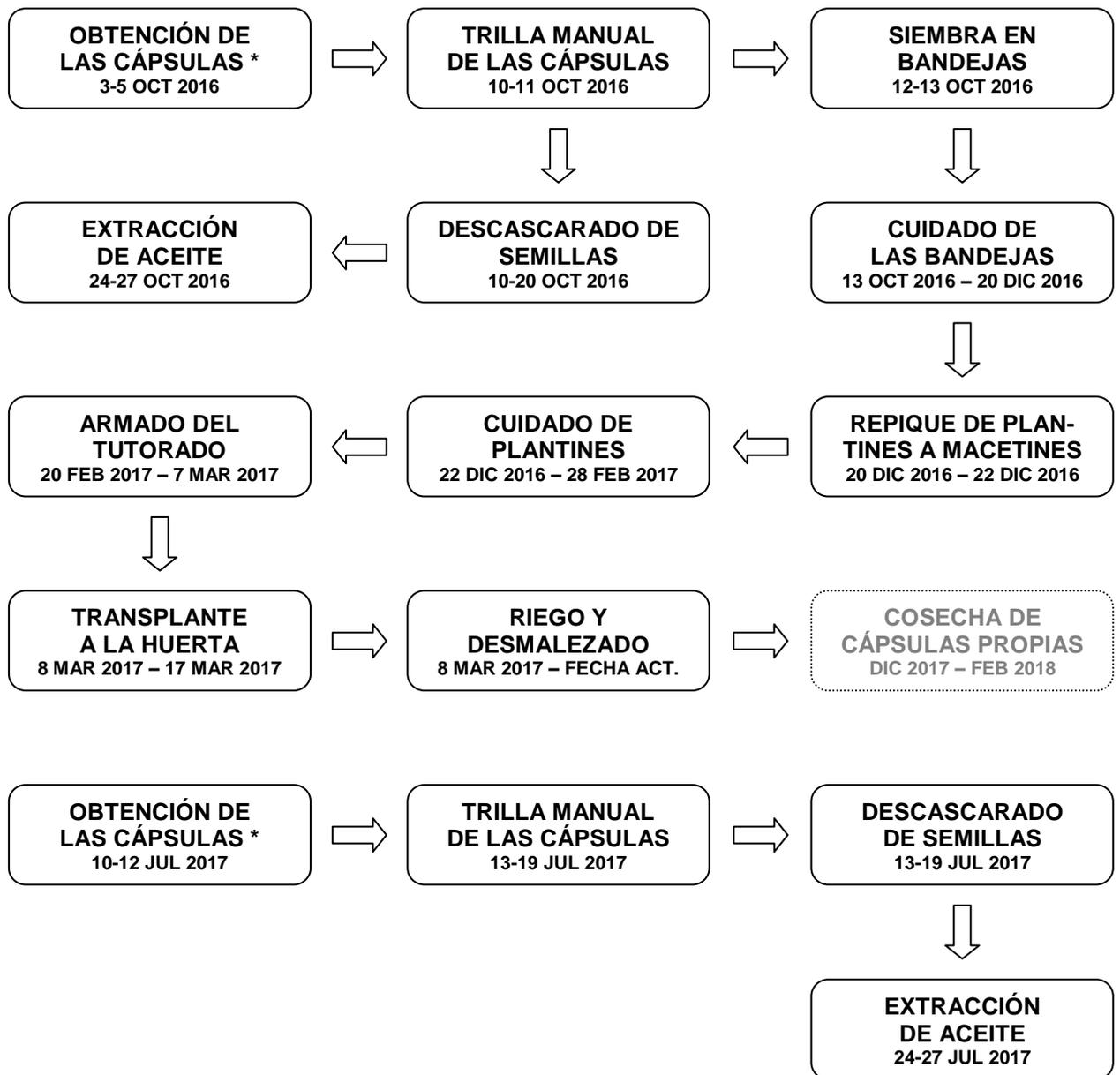


Figura01. Esquema de la secuencia de actividades en la implantación del cultivo de Sacha Inchi en la huerta de la Escuela Técnica Nº 2 de Tafí Viejo.
(*) Semillas provistas por terceros.



Figura 02. Dispositivo diseñado para la extracción del aceite de Sacha Inchi luego de la trilla y el descascarado manual de las semillas.

ENCUESTA HUERTAS FAMILIARES Y SACHA INCHI DEPTO. TAFÍ VIEJO, TUCUMÁN

El encuestador realizará las preguntas oralmente, pero no en forma literal, sino expresándolas en lenguaje coloquial, de manera amable y respetuosa. Se presentará de la siguiente forma o similar:

Buenos días, somos estudiantes de la Escuela Técnica Nº 2 de Tafí Viejo y estamos realizando una investigación sobre la posibilidad de incorporar un nuevo cultivo a la huerta familiar o al jardín de los hogares, para poder mejorar la calidad nutricional mediante la semilla y el aceite de esta planta originaria del Perú y cultivada por los incas desde hace cientos de años. Le agradecemos mucho su colaboración y su tiempo. Sus respuestas nos serán de gran ayuda.

1. Lugar de residencia de la familia encuestada:
 zona urbana o barrio adyacente a una ciudad
 zona rural cercana a un centro poblado
 zona rural alejada de centros poblados
2. Composición del núcleo familiar: Cantidad de mayores Cantidad de menores
3. ¿En el domicilio, la familia posee / cultiva / propaga algún tipo de planta? Si No
- 3.1. En caso de una respuesta afirmativa a la pregunta anterior; ¿qué tipo de vegetales hay en la casa? (Se puede marcar más de una opción)
 huerta con especies comunes (lechuga, acelga, tomate, cebolla, zapallo, etc.)
 aromáticas y condimentos (romero, menta, orégano, salvia, albahaca, etc.)
 flores (rosas, margaritas, petunias, pensamientos, dalias, rosa china, etc.)
 arbustos ornamentales y enredaderas (duranta, aralia, ficus, ligustro, santa rita, glicinas, etc.)
 árboles frutales (cítricos, manzano, durazno, ciruelo, etc.)
 árboles ornamentales (fresno, arce, pata de cabra, lapacho, etc.) y/o palmeras
 otros vegetales:
4. ¿Hay interés de algún miembro de la familia por mejorar la nutrición del hogar con alguna planta o cultivo que se pudiera llevar a cabo en la casa? Si No
5. ¿Algún miembro de la familia conoce, aunque sea vagamente, sobre los aceites omega 3 y sus beneficios en la salud humana? Si No
6. ¿Algún miembro de la familia conoce, oyó hablar, leyó, vio algún documental o publicidad sobre el Sacha Inchi o Maní del Inca? Si No

Luego de informar sobre las características de la planta de Sacha Inchi y de explicar las propiedades de su semilla y su aceite, se realizan las preguntas siguientes...

7. Si se le entregaran unas plantitas de Sacha Inchi, ¿la familia estaría dispuesta a ubicarlas en la huerta, el jardín, el fondo de la casa u otro lugar del domicilio y a brindarle cuidados elementales (riego y protección contra el frío)?
 Si No Me gustaría probar Tendría que ver / No estoy seguro
8. Como esta planta crece enrollándose alrededor de un soporte (poste, tela metálica, etc.) o del tronco de los árboles, ¿dispondría de un posible lugar para ubicar uno o más ejemplares?
 Si No Haría lo posible Tendría que ver / No estoy seguro
9. ¿Algún miembro de la familia estaría dispuesto a consumir una semilla de Sacha Inchi por día para enriquecer o reforzar su dieta en aceites omega 3 y en proteínas vegetales?
 Si No Tendría que ver / No estoy seguro
10. ¿Algún miembro de la familia estaría interesado o dispuesto a extraer el aceite de la semilla de Sacha Inchi para ingerirlo directamente (por ejemplo, una cucharada por día) para enriquecer o reforzar su dieta en aceites omega 3 y en proteínas vegetales?
 Si No Tendría que ver / No estoy seguro

Figura 03. Modelo de encuesta realizado en zonas periféricas a la ciudad de Tafí Viejo, Tucumán.



Figura 04. Trilla de las cápsulas para extraer las semillas y descascarado de éstas para obtener la “almendra” para su prensado.



Figura 05. Prensado en frío de la semilla descascarada de Sacha Inchi para obtención del aceite.



Figura 06. Siembra del Sacha Inchi en bandejas plásticas con sustrato 50% compost y 50% turba parda.



Figura 07. Instalación del tutorado en espaldera aprovechando los troncos de álamos y pocado para colocar los plantines.



Figura 08. Plantín recién transplantado, colocado contra el muro perimetral de la huerta para aprovechar la tela metálica como tutor.



Figura 09. Desmalezado manual de la taza de las plantas de Sacha Inchi, ubicadas sobre tutorado en espaldera.

RESULTADOS

1. Posicionamiento de las familias respecto al cultivo y consumo de Sacha Inchi.

Los resultados de la encuesta se resumen en el Cuadro 01. Las abreviaturas utilizadas se explican debajo. De esta investigación se pueden extraer las siguientes afirmaciones:

- La mayoría de las familias que habitan zonas periféricas urbanas o rurales tiene algún tipo de contacto con plantas en su hogar, ya sea como simple ornamento o como productoras de alimentos y/o condimentos. El 86 % posee plantas en el hogar y solo el 14 % no las tiene.
- Prácticamente en todas las familias hay alguien interesado en mejorar la calidad de su nutrición en lo personal y para todo el grupo (92 % a favor; 8 % en contra).
- La cantidad de familias donde alguno de sus miembros conoce u oyó hablar de los ácidos omega 3 y sus beneficios para la salud humana supera la de aquellas que desconocen el tema. El 65 % de las familias indicó algún tipo de conocimiento y el 35 % expresó lo contrario.
- Prácticamente ninguna familia tiene conocimientos sobre la planta de Sacha Inchi (97 % de la muestra) pero la mayoría estaría dispuesta a cultivarlo (70 %) y a asignarle un espacio entre sus plantas ornamentales y/o huertas (78 %).
- Con respecto a la predisposición para consumir la semilla y el aceite de Sacha Inchi, hay una respuesta favorable (81 % para la primera y 68 % para el segundo). Se observa una mayor tendencia a consumir la semilla que el aceite, debido al trabajo y equipamiento extra que implica el prensado.

Considerando las respuestas afirmativas en cada una de las tres zonas identificadas (rural cercana a centros urbanos, rural alejada de centros urbanos; urbana periférica) los resultados se presentan en el siguiente cuadro:

ZONA	Posee Plantas	Mejoraría su Nutrición	Conoce Ácidos Omega 3	Conoce el Sacha Inchi	Cultivaría Sacha Inchi	Dispone de Espacio y Tutorado	Consumiría la Semilla	Extraería y Consumiría el Aceite
Urbana Periférica	86%	90%	71%	0%	71%	71%	81%	72%
Rural Cercana	82%	100%	73%	9%	73%	91%	82%	73%
Rural Lejana	100%	80%	20%	0%	60%	80%	80%	40%
Totales ²	89%	90%	55%	3%	68%	81%	81%	61%

La zona rural alejada de centros urbanos, a pesar de ser la más dispuesta al cultivo de plantas en el hogar, es la menos interesada en cultivar el Sacha Inchi (en este grupo el conocimiento sobre los ácidos omega 3 es el más bajo). La intención de consumir la semilla es similar en las tres categorías, pero con respecto al aceite, en todas las zonas hay un interés menor, más marcado en la rural lejana, posiblemente por asumir que la extracción de aceite exige más tiempo y costo económico.

² Estos valores pueden diferir de los promedios de la muestra total presentados en los párrafos precedentes porque se calculan como la media de los tres grupos sin considerar la cantidad de datos dentro de cada uno de esos grupos.

Cuadro 01. Resultados de la encuestas para evaluar la predisposición de las familias para cultivar y consumir el Sacha Inchi.

Encuesta	Localidad	Zona	Mayores	Menores	Posee / propaga plantas	Huerta	Aromáticas	Flores	Arbustos	Frutales	Árboles	Otros	Desea mejorar su nutrición	Conoce sobre ácidos omega 3	Conoce el Sacha Inchi	Cultivaría Sacha Inchi	Dispone de espacio y tutorado	Consumiría la semilla	Extraería y consumiría el aceite
1	BV	RC	2	2	S	S	S	N	N	S	N	N	S	S	N	S	S	S	N
2	BV	UP	2	1	S	N	S	N	N	N	S	S	S	S	N	S	S	S	N
3	BV	RC	4	2	S	S	N	S	S	N	S	N	S	S	N	S	S	S	S
4	BV	UP	1	1	S	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N	T	T	T	T
5	BV	UP	5	0	S	N	N	S	S	N	S	N	S	S	N	M	S	S	S
6	BV	UP	5	1	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	N	S	S	S	S
7	BV	RC	1	0	S	N	S	S	S	S	S	N	S	S	N	T	S	T	S
8	BV	UP	2	0	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	N	M	S	T	S
9	BV	UP	3	0	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	S	S	S	S
10	BV	RC	5	1	S	N	S	N	S	S	S	N	S	N	N	M	S	T	T
11	TV	UP	3	0	S	S	S	S	S	N	N	N	S	S	N	S	S	S	S
12	TV	UP	3	1	S	S	S	S	S	N	N	N	S	S	N	S	H	S	S
13	TV	UP	2	4	S	S	S	S	N	N	N	N	S	S	N	S	S	S	S
14	TV	UP	2	0	S	S	S	S	N	N	N	N	S	N	N	S	S	S	T
15	TV	UP	2	2	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S	N	S	S	S	S
16	TV	RC	2	1	S	N	S	S	N	S	N	N	S	S	N	S	S	S	S
17	TV	RC	4	0	S	S	S	N	N	N	N	N	S	S	N	S	S	S	S
18	TV	UP	2	2	S	N	S	N	N	S	N	N	N	S	N	S	S	S	N
19	TV	RL	3	5	S	S	S	S	N	S	N	N	S	S	N	S	S	S	S
20	TV	RL	3	4	S	S	N	S	N	S	N	N	S	N	N	M	S	S	S
21	TV	RC	2	2	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S	S
22	TV	RC	4	0	S	N	N	S	N	S	N	N	S	S	N	S	S	S	S
23	TV	UP	3	0	S	S	N	S	N	S	N	N	S	N	N	S	S	S	S
24	TV	RL	4	5	S	S	S	N	N	S	N	N	N	N	N	S	S	T	T
25	TV	RL	2	1	S	S	N	N	N	S	S	N	S	N	N	S	S	S	T
26	TV	RC	3	3	S	N	S	S	N	S	S	N	S	N	N	M	H	S	T
27	TV	RL	2	3	S	S	S	N	N	S	N	N	S	N	N	M	H	S	T
28	TV	UP	2	0	N	N	N	N	N	N	N	N	S	N	N	S	S	S	S
29	TV	UP	2	3	S	N	S	S	N	S	S	S	S	S	N	S	H	S	S
30	TV	UP	2	3	S	N	N	N	N	S	S	N	S	S	N	S	S	S	S
31	TV	UP	2	3	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S	N	M	H	T	N
32	TV	UP	2	3	S	N	N	N	N	N	S	N	S	S	N	S	T	S	S
33	TV	RC	1	2	S	N	S	S	S	S	N	N	S	N	N	S	S	S	S
34	TV	UP	2	1	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S
35	TV	UP	2	3	S	N	N	N	N	N	S	N	S	S	N	T	H	S	S
36	TV	UP	1	0	S	N	S	S	S	S	S	N	S	N	N	M	S	T	T
37	TV	RC	2	2	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S	N	S	S	S	S
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

BV - Localidad Bella Vista
 TV - Localidad Tafí Viejo
 UP - Zona urbana periférica
 RC - Zona rural cercana a centro urbano
 RL - Zona rural lejana a centro urbano

S - Sí
 N - No
 M - Me gustaría probar
 H - Haría lo posible
 T - Tendría que ver / No estoy seguro

2. Respuesta del cultivo.

La siembra del Sacha Inchi arrojó los resultados presentados en el Cuadro 02. Se obtuvo un Poder Germinativo promedio del 28 % (con un rango del 12 al 36%) y un tiempo, de siembra a emergencia de plántulas, de 35 días. Desde que aparecen las plantitas hasta que alcanzan una altura de unos 10 cm aproximadamente, que se corresponde con el momento del repique a macetines (o su transplante a la huerta), transcurren otros 35 días. De esta forma, desde el momento de la siembra hasta el repique o el transplante transcurren 70 días (poco más de dos meses).

Cuadro 02. Germinación de semillas en las bandejas sembradas con Sacha Inchi.

Bandeja	Fecha Siembra	Celdas / Semillas	Plántulas Emergidas	Fecha Máxima de Germinación	Máximo Días de Germinación	Poder Germinativo	Fecha Repique a Macetines	Días de Germinación a Repique	Días Totales en Bandejas
I	11-oct	25	5	20-nov	40	20%	19-dic	29	69
II	11-oct	25	3	14-nov	34	12%	20-dic	36	70
III	13-oct	50	18	14-nov	32	36%	22-dic	38	70
IV	13-oct	50	16	17-nov	35	32%	22-dic	35	70
Promedio	12-oct	150	42	16-nov	35	28%	20-dic	35	70

De las bandejas de siembra se obtuvieron 42 plantitas para su repique a macetines de plástico soplado N° 12. Se tomó una muestra aleatoria de 20 plantas para registrar su crecimiento. El promedio de los valores obtenidos se muestra en la curva de la Figura 10. Las plantas crecieron en macetines durante poco más de dos meses (70 días). Cumplido ese tiempo los ejemplares se transplantaron a la huerta.

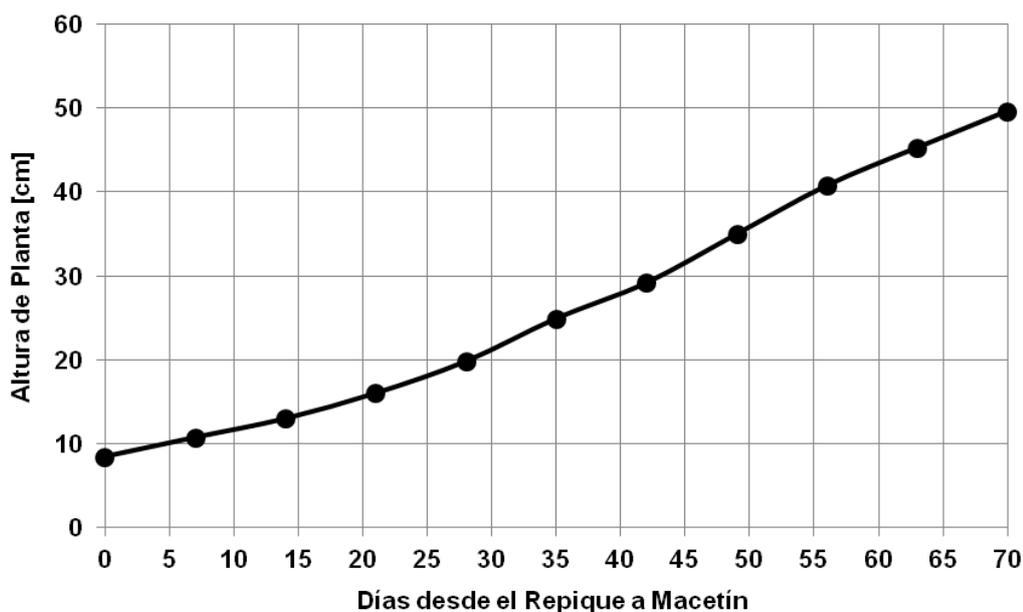


Figura 10. Crecimiento del Sacha Inchi en macetines, desde repique hasta transplante a la huerta.

En la huerta de la Escuela se ubicaron 16 ejemplares: nueve en un sistema de tutorado en espaldera y siete contra la tela metálica periférica. El crecimiento de esas plantas se registró desde marzo hasta setiembre, para determinar el grado de adaptación del cultivo a las condiciones edáficas y climáticas del lugar. Esos datos se muestran en la curva de la Figura 11.

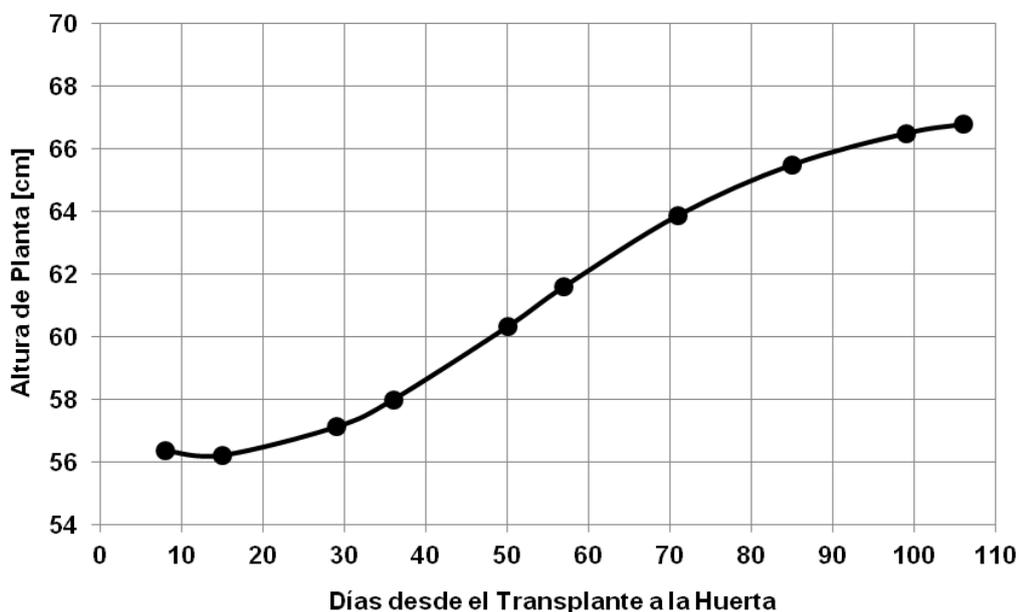


Figura 11. Curva de crecimiento del Sacha Inchi en la huerta, desde el transplante hasta el mes de septiembre de 2017.

El ritmo de crecimiento de la plantas se redujo a partir del momento de su instalación en la huerta. Esto se observa claramente si se presentan las dos curvas anteriores en un mismo gráfico, empleando la misma escala para ambas (Figura 12).

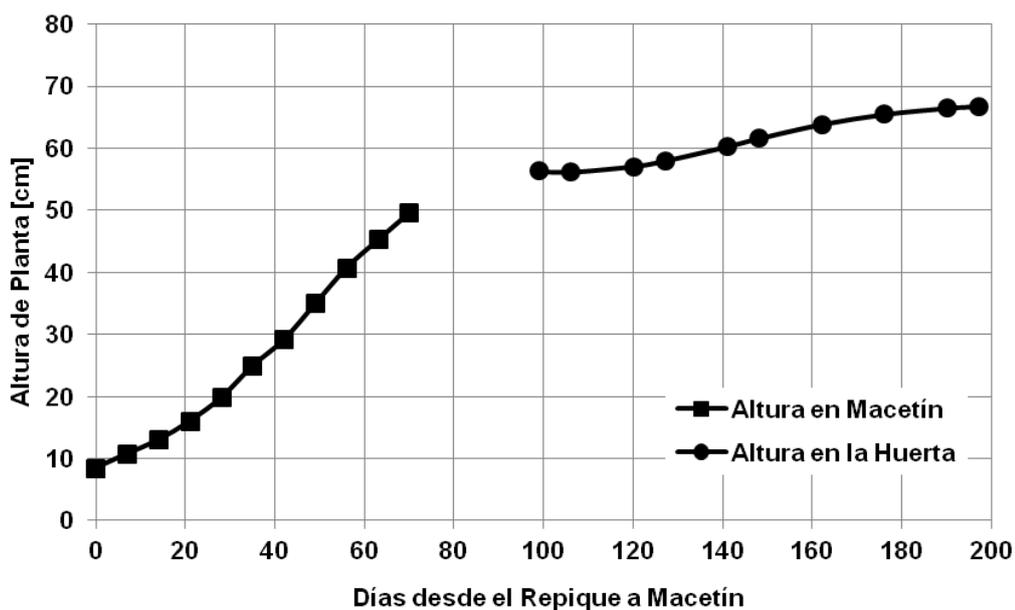


Figura 12. Curvas de crecimiento del Sacha Inchi: a) en macetines; b) a suelo en la huerta de la Escuela.

Esta reducción en la tasa de crecimiento de las plantas a campo con respecto al período en macetines puede deberse a las siguientes causas:

- Falta de adecuación de la frecuencia y lámina de riego a los requerimientos propios del vegetal. Arcos (2017) considera vital este aspecto en el manejo del cultivo para su adecuada implantación.
- Suelo de textura franco arcillosa a arcillosa en la huerta, a diferencia del sustrato de los macetines (50 % turba; 50 % compost). Arcos (2017) menciona que los suelos pesados inciden negativamente en el desarrollo radicular siendo *Plukenetia volubilis* particularmente sensible a este tipo de textura.
- Exposición solar directa o media sombra (los macetines estuvieron siempre bajo sombráculo).
- Las guías en algunos casos se marchitaron lo que indica una posible infección con *Fusarium*, aunque eso no fue verificado.

A la fecha del presente informe las plantas continúan creciendo pero aún no entraron en la fase reproductiva. Los ejemplares presentaron en general un crecimiento lento, por debajo de las expectativas iniciales. Como no se alcanzó aún la fase de florificación y fructificación, no pueden extraerse conclusiones válidas sobre los niveles de producción del cultivo.

3. Rendimiento en Aceite.

De la extracción de aceite de la semilla provista por el Dr. Arcos se puede indicar un rendimiento que oscila entre el 19 y el 38 % de aceite con respecto al peso de la semilla. Sus características organolépticas se corresponden con las mencionadas en la bibliografía: color claro (amarillo intenso a ámbar dorado); olor y sabor ligeramente a poroto. Los resultados de la extracción del aceite por prensado en frío de las semillas, utilizando el dispositivo presentado en la Figura 02, se resumen en el Cuadro 03.

Cuadro 03. Resultados de rendimiento de aceite en las prensadas en frío de semilla de Sacha Inchi (sobre 10 muestras).

Muestra	Peso Semillas [g]	Peso Aceite [g]	% Aceite
1	85	31	36%
2	110	24	22%
3	90	29	32%
4	95	18	19%
5	102	26	25%
6	92	28	30%
7	86	29	34%
8	115	23	20%
9	75	26	35%
10	53	20	38%
Promedio	90	25	29%

CONCLUSIONES

Si bien no se obtuvo aún una cosecha de frutos de Sacha Inchi en la huerta de Escuela Técnica Nº 2 de Tafí Viejo, el crecimiento del cultivo hace prever que los rendimientos pueden ser adecuados para las necesidades nutricionales de una familia tipo, considerando el consumo de una semilla o de una cucharada de aceite por integrante y por día.

Las familias, posibles destinatarias de la investigación, mostraron interés en el cultivo de la planta y en sus cualidades nutricionales, aún desconociéndola. La información que las familias poseen sobre los ácidos grasos omega 3 es parcial o incompleta, pero en general hay una concienciación general sobre las bondades de esas sustancias para la salud humana.

De las labores realizadas por los alumnos debe reconocerse que la principal desventaja detectada hasta el momento es la laboriosa tarea de trillar los frutos y descascarar las semillas en forma manual y de presionar las almendras para extraer el aceite.

Como una investigación a futuro o como continuación de la presente, deberían encararse las siguientes cuestiones:

- Desarrollar un dispositivo práctico para el hombre y la mujer que permita trillar y descascarar las semillas, sin utilizar las manos ni herramientas como tenazas o martillos.
- Encontrar formas de preparar la semilla para que su consumo sea más agradable. Consumida directamente puede resultar muy seca o astringente para algunas personas.

Se considera que el Sacha Inchi o Maní del Inca, como un cultivo ancestral que ha sido redescubierto a la luz de la ciencia contemporánea, puede ser una alternativa viable como especie hortícola en pequeñas superficies con manejo artesanal o intensivo. Sería entonces una forma económica para que las familias se provean de un aceite de gran calidad y cuyo consumo reporta ventajas concretas para la nutrición humana.

DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE SACHA INCHI

La clasificación sistemática de la especie vegetal conocida como Sacha Inchi o Maní del Inca es la siguiente:

01. Reino	Plantae	07. Familia	Euphorbiaceae
02. Subreino	Tracheobionta	08. Subfamilia	Acalyphoideae
03. División	Magnoliophyta	09. Tribu	Plukenetieae
04. Clase	Magnoliopsida	10. Subtribu	Plukenetiinae
05. Subclase	Rosidae	11. Género	<i>Plukenetia</i>
06. Orden	Malpighiales	12. Especie	<i>volubilis</i>
Nombre científico: <i>Plukenetia volubilis</i> L.			

Es una planta voluble (sus tallos y ramas se enroscan alrededor de un soporte), semileñosa y de altura indeterminada (normalmente alcanza los 2 metros sostenida por un tutor). Sus hojas alternas, de color verde oscuro, oval - triangular, con ápice puntiagudo y base plana o semi-arriñonada, de 9 a 16 cm de largo y 6 a 10 cm de ancho (Figura 13).

Las flores son pequeñas y de color blanquecino. Las masculinas se disponen en racimos que en su base poseen 1 o 2 flores femeninas, dispuestas lateralmente (Figura 15). El cultivo presenta un alto porcentaje de polinización cruzada, lo cual indica que se trata de una especie alógama.

El fruto es una cápsula dehiscente, de 3,5 a 4,5 cm de diámetro, generalmente con 4 lóbulos monospermos (una semilla por lóbulo). Algunos ecotipos pueden presentar cápsulas con 5 a 7 lóbulos (Figura 16). La semilla es ovalada, de color marrón oscuro, ligeramente abultada en el centro y aplastadas hacia el borde. El diámetro fluctúa entre 1,3 y 2,1 cm (Figura 17).

Con respecto a sus requerimientos climáticos y edáficos Manco Céspedes (2006) indica los siguientes:

- *Temperatura*: crece y tiene buen comportamiento entre una mínima de 10 °C y una máxima de 36 °C. Las temperaturas muy altas ocasionan la caída de flores y frutos pequeños.
- *Altitud*: desde los 100 m.s.n.m. hasta los 2 000 m.s.n.m..
- *Luz*: a bajas intensidades de luz, la planta necesita un mayor número de días para completar su ciclo vegetativo; cuando la sombra es muy intensa la floración disminuye y la producción es menor.
- *Agua*: requiere disponibilidad permanente de agua, para tener un crecimiento sostenido; siendo mejor si las lluvias se distribuyen en forma uniforme durante el año (850 a 1 000 mm). El riego es indispensable en los meses secos. Períodos relativamente prolongados de sequía o de baja temperatura, causan un crecimiento lento y dificultoso. El exceso de agua ocasiona daño a las plantas e incrementa los daños por enfermedades.
- *Suelo*: adaptación a diferentes tipos de suelo; en general arcillosos a franco arenosos; tolerante a la acidez.
- *Drenaje*: necesita terrenos con drenaje adecuado, que eliminen el exceso de agua tanto a nivel superficial como profundo.



Figura 13. Aspecto general de las plantas luego del transplante. Se aprecian las hojas alternas, de forma oval-triangular, con ápice puntiagudo y base semi-arriñonada.

Fuente: Escuela Técnica Nº 2 de Tafí Viejo, Tucumán.



Figura 15. Flores pequeñas y blanquecinas. Las masculinas ubicadas en racimos que en su base poseen 1 o 2 flores femeninas, dispuestas lateralmente, caracterizadas por sus largos pistilos.

Fuente: https://www.researchgate.net/publication/274712864_Seven_vascular_plants_species_used_in_Peru_Factsheet_botanical.



Figura 14. Cápsulas jóvenes; se observa que aún permanecen el estilo y el estigma del pistilo de la flor, mientras que el ovario adopta la forma de una cápsula con cuatro o cinco lóbulos.

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Plukenetia_volubilis#/media/file:Plukenetia_volubilis_fruits.JPG



Figura 16. Frutos de tipo cápsula dehiscente, con cuatro o cinco lóbulos monospermos.

Fuente: Escuela Técnica Nº 2 de Tafí Viejo, Tucumán.



Figura 17. Semillas de forma ovalada, color marrón oscuro, ligeramente abultadas en el centro y aplastadas hacia el borde.

Fuente: Escuela Técnica Nº 2 de Tafí Viejo, Tucumán.

MANEJO DEL CULTIVO DE SACHA INCHI

La fenología del cultivo es la siguiente:

- Germinación: 10 a 15 días después de la siembra.
- Aparición de las primeras hojas verdaderas: 15 a 20 días después de la siembra.
- Transplante a campo: 60 días después de la siembra, en el período de lluvias.
- Emisión de la guía: 20 a 40 días después del transplante.
- Floración: 90 a 140 días después del transplante.
- Fructificación: 120 a 180 días después del transplante.
- Cosecha: 200 a 250 días después del transplante.

La siembra puede ser:

- *Indirecta* (en almácigos): se siembra en hileras separadas 10 cm y a una profundidad de 2 cm. Luego se repica a bolsita de polipropileno negro antes de la aparición del tercer par de hojas verdaderas, con sustrato a base de tierra negra. Se transplanta a los 60 días, antes de la formación de la guía. Época de almácigos: de noviembre a enero.
- *Directa*: a golpes, colocando una semilla por golpe; distancia entre plantas de 2,5 a 3 m; distancia entre hileras, 3 m; se siembra a una profundidad de 2 a 3 cm. Época: de diciembre a marzo aprovechando el período de lluvias.

Las plantas necesitan ser tutoradas para su adecuado crecimiento. Pueden utilizarse tutores vivos (otras plantas que sirven de soporte para el Sacha Inchi) o tutores en espaldera. El sistema de tutorado se instala antes de transplantar los plantines para evitar maltratarlos.

Los tutores en espaldera son apropiados para suelos planos y campos limpios, reduciendo la mano de obra en podas. Permite acomodar fácilmente las ramas en los alambres de la estructura. Las espalderas se arman con postes de 3 a 3,5 m de longitud y 15 cm de espesor, enterrados a una profundidad de 60 a 70 cm y un distanciamiento de 3 x 3 m. Entre los postes se colocan tres hileras de alambre: la primera a 80 cm del suelo; la segunda a 40 cm de la primera y la tercera a 40 cm de la anterior; las dos primeras con alambre galvanizado N° 6 o 7 y la de arriba, con alambre galvanizado N° 10. En la huerta pueden instalarse una o dos líneas de postes; como la distancia entre ellas es de 3 m, ese espacio puede aprovecharse para la siembra de hortalizas de hoja o de raíz, por ejemplo. Las plantas pueden ubicarse también contra cercas o telas metálicas, donde pueden ir sosteniéndose.

El control de malezas es muy importante en las primeras etapas del cultivo; puede realizarse directamente mano o con escardillo o zapín.

Durante el verano, debe regarse cada 15 a 20 días.

Deben realizarse dos tipos de podas:

- De formación: para formar la planta, favoreciendo la iluminación y la aireación y facilitando el acceso posterior para la cosecha de los frutos. Se deben eliminar las tramas o guías que se forman debajo del primer alambre de la espaldera para favorecer la formación de horquetas en el tallo.
- De producción: se debe realizar después de una a dos cosechas.

Las plagas más comunes son los gusanos cortadores, las hormigas de la familia Acromyrmex; la arañuela roja y los nematodos (*Meloidogyne* spp.). Entre las enfermedades se destaca el hongo de suelo *Fusarium*.

La cosecha se realiza en forma manual, a los 7 – 8 meses después del transplante, cuando los frutos están secos, con recolecciones periódicas cada 15 – 30 días. Después de la cosecha se realiza un secado en forma natural, en lugar seco y a la sombra; y luego se efectúa la trilla para separar las semillas de los frutos (la mitad es semilla seca y la mitad es cáscara). Las semillas se pueden almacenar en sacos de yute en ambientes secos para su consumo posterior o pueden ser prensadas para la obtención de aceite.

El rendimiento de 15 a 20 plantas en la huerta puede llegar a los 15 kg de semilla por año.

TECNOLOGÍA DE POST-COSECHA

Secado y Trilla:

El secado y parte de la trilla, son operaciones que se realizan casi simultáneamente. 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, sobre los frutos extendidos en un piso de cemento.

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 las cápsulas. Los secadores artificiales se utilizan solo para cultivos en grandes extensiones; en la huerta familiar no estaría justificado su uso.

Las cápsulas de Sacha Inchi en el proceso de secado natural necesitan aproximadamente 2 horas de sol. Al secarse 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. 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.

Almacenaje:

La práctica rural demostró que la luz, la humedad y la presencia de insectos inciden negativamente en la calidad de grano. Los recipientes utilizados para la conservación del grano son sacos de polipropileno o yute con capacidad de 50 a 70 kg colocados sobre tarimas de madera. El grano de Sacha Inchi, por sus características de especie oleaginosa al igual que la soja o el algodón, fácilmente se enrancia, de allí que las semillas mal almacenadas bajan muy pronto su porcentaje de germinación y su calidad nutricional.

Descascarado de la Semilla:

Para poder utilizar el Sacha Inchi es necesario eliminar la cubierta o cáscara de la semilla y dejar al descubierto su interior o almendra, que es la parte comestible.

El descascarado es una labor minuciosa, pues hay que hacerlo con mucha paciencia y delicadeza. 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 es presionando la semilla con un alicate, semilla por semilla.

ÁCIDOS GRASOS Y PROTEÍNAS EN LA SEMILLA DE SACHA INCHI

Los ácidos grasos presentes en la semilla de *Plukenetia volubilis* se presentan en el Cuadro 04.

Cuadro 04. Ácidos grasos presentes en la semilla de Sacha Inchi.

Nombre Común	Nombre IUPAC / Nomenclatura / Fórmula Química		Tipo
Ácido Palmítico	Ácido hexadecanoico	16:0	Saturado
	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$		
Ácido Esteárico	Ácido octadecanoico	18:0	Saturado
	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$		
Ácido Oleico	Ácido cis-9-octadecanoico	18:1 (9) ω -9	Mono-insaturado
	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$		
Ácido Linoleico	Ácido cis-9,12-octadecadienoico	18:2 (9,12) ω -6	Poliinsaturado (esencial)
	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$		
Ácido α -Linolénico	Ácido cis-9,12,15-octadecatrienoico	18:3 (9,12,15) ω -3	Poliinsaturado (esencial)
	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$		

Los ácidos grasos ω -3 y ω -6 son poliinsaturados, considerados *esenciales* porque el organismo humano no los puede elaborar a partir de otras sustancias. Los ω -3 se encuentran en alta proporción en los tejidos de ciertos pescados como el salmón y la sardina, y en algunas fuentes vegetales como las semillas de lino, de chía, de sachá inchi y de cáñamo.

A diferencia de los ácidos grasos ω -3 y ω -6, los ω -9 no se consideran ácidos grasos esenciales. Eso se debe a que pueden ser sintetizados por el cuerpo humano por lo que no son imprescindibles en la dieta.

La composición química de la semilla de Sacha Inchi y de otras semillas/frutos de oleaginosas, se resumen en el Cuadro 05, tomado principalmente de Manco Céspedes (2006). Otras fuentes arrojan valores cercanos de ácidos grasos para el aceite de Sacha Inchi; Guillén (2003) obtuvo 47,5 % de α -Linolénico; 38,9 % de Linoleico; 6,2 % de Oleico y 7,4 % de ácidos saturados y Fanali (2011) informa 47 % de α -Linolénico; 36 % de Linoleico; 9 % de Oleico y 7 % de ácidos saturados

La de Sacha Inchi es la semilla con mayor porcentaje de aceite entre las oleaginosas (54 % del peso seco) y posee la tercera concentración más alta de ácido graso ω -3 entre las semillas utilizadas en la actualidad, solo superada por las de lino (*Linum usitatissimum*, conocidas como linaza) y las de chía (*Salvia hispanica*).

El aceite de Sacha Inchi se puede emplear para consumo humano doméstico, industrial, cosmético y medicinal; superando por su calidad a todos los aceites utilizados actualmente, como los de oliva, girasol, soja, maíz, palma y maní. Se emplea como reductor del colesterol, aceite de mesa, de cocina, en la industria alimentaria para enriquecer con Omega 3 los alimentos producidos industrialmente, en la producción de cosméticos y en medicina.

Cuadro 05. Composición química de semillas de Sacha Inchi y de semillas / frutos de las especies oleaginosas más comunes.³

Nutrientes [% de peso seco]		Sacha Inchi	Soja	Maíz	Maní	Girasol	Algodón	Oliva	Colza	Lino	Cáñamo	Chía		
Proteínas		29	35	10	30	24	20	5	21	21	25	16		
Aceites		54	19	5	45	50	20	25	49	40	36	31		
Carbohidratos		12	25	84	15	25	25	8	6	34	28	42		
Ácidos Grasos (% en el aceite)	Saturados	Palmitico (16:0)	4	11	11	13	8	18	13	5	8	7	8	
		Estearico (18:0)	3	3	2	3	5	2	3	3	2	4	4	
		Total Saturados	7	14	13	16	13	21	16	8	10	11	12	
	Insaturados	Monoinsaturados	Palmitoleico (16:1)	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-
			Oleico (18:1) ω-9	8	23	28	45	27	19	72	63	18	9	9
		Poliinsaturados	Linoleico (18:2) ω-6	37	55	58	38	57	58	10	17	14	55	21
			γ Linolénico (18:3) ω-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-
			α Linolénico (18:3) ω-3	48	8	1	-	3	1	2	12	58	20	58
	Total Insaturados		45	78	86	84	84	78	82	80	32	69	30	

Debe destacarse que además de la alta concentración de ácidos grasos, la semilla de Sacha Inchi posee un elevado contenido de proteínas y de vitamina E. Los aceites omega y la vitamina E son de gran importancia nutricional y terapéutica para el control de radicales libres y una serie de enfermedades que estos originan en el organismo humano.

Las Figuras 18 y 19 permiten comparar la composición química de la semilla de Sacha Inchi con otras semillas / frutos de las principales especies oleaginosas.

Con respecto a las proteínas del Sacha Inchi y su comparación con otras semillas de alto porcentaje proteico, Manco Céspedes (2006) indica los valores para aminoácidos esenciales y no esenciales que se muestran en el Cuadro 06.

³ Valores redondeados con propósitos didácticos y basados en las siguientes fuentes:
 Hazen y Stoewesand (1980), Cornell University, Ithaca, USA; citado en Manco Céspedes (2006), INIA, Tarapoto, Perú
 Hammacker et al (1992), Arkansas University, USA; citado en Manco Céspedes (2006), INIA, Tarapoto, Perú
<http://www.fundacion-canna.es/beneficios-nutricionales-semillas-canamo>
http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/146/htm/sec_13.htm
https://es.wikipedia.org/wiki/Glycine_max
<https://es.wikipedia.org/wiki/Linaza>
https://es.wikipedia.org/wiki/Helianthus_annuus
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2013000100005&script=sci_arttext

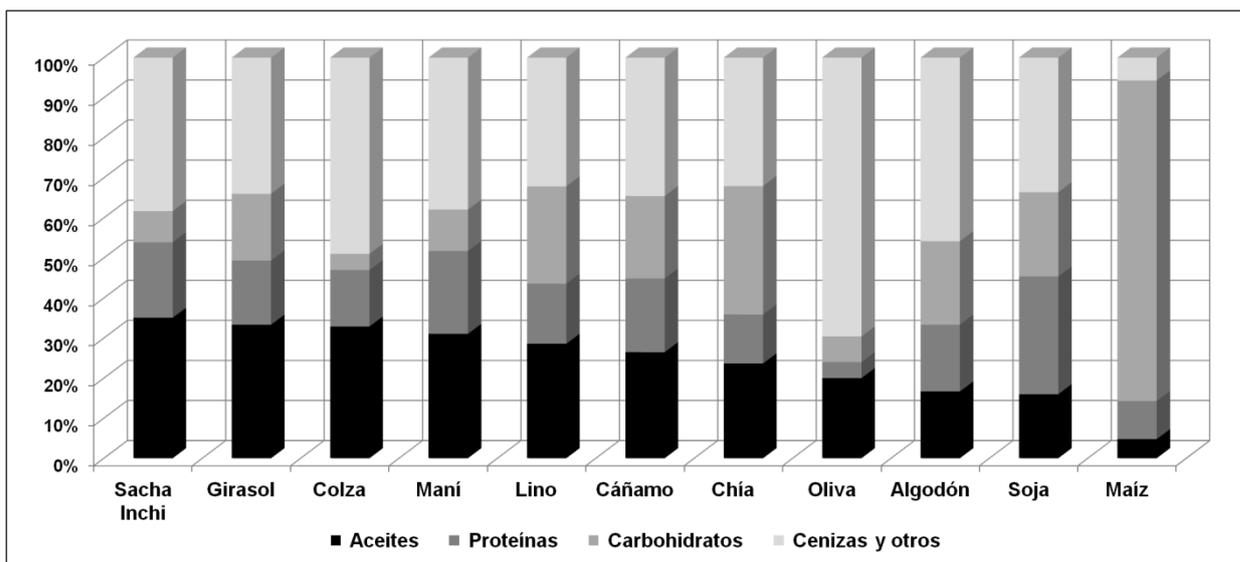


Figura 18. Composición química relativa de semillas / frutos de las principales especies de oleaginosas.

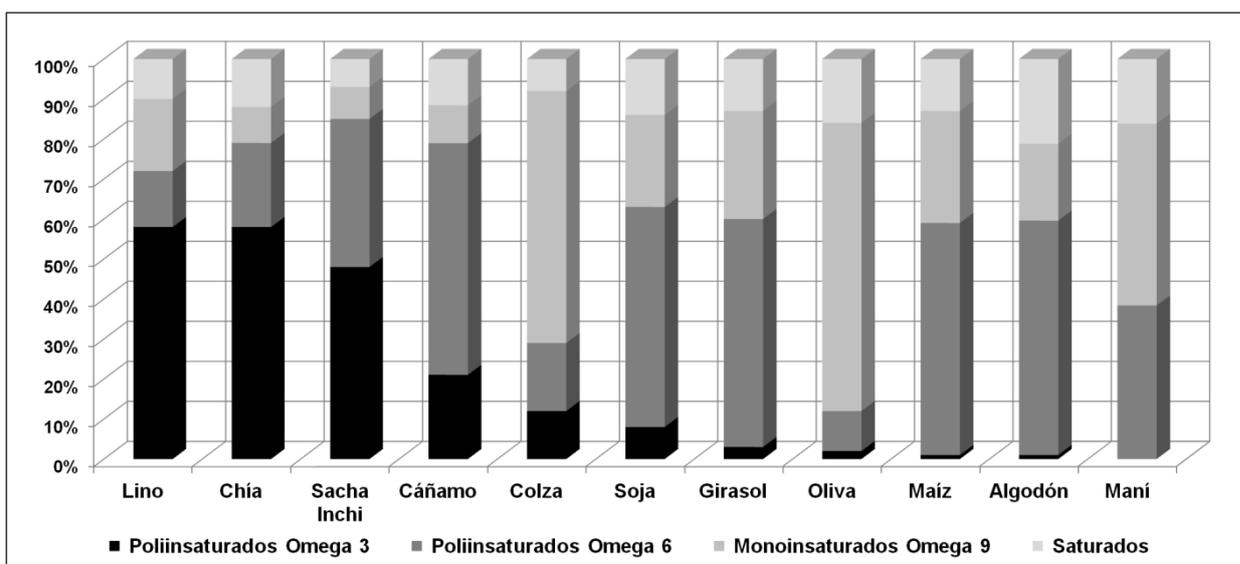


Figura 19. Cantidades relativas de ácidos grasos en semillas / frutos de las principales especies de oleaginosas.

De los datos se observa que el porcentaje de aminoácidos esenciales en la semilla de *Plukenetia volubilis* es superior al de las otras semillas de oleaginosas.

Análisis preliminares realizados en la Universidad de Cornell, U.S.A. indicaron que la semilla posee un nivel muy elevado de aceite (49%) y un contenido relativamente alto de proteínas (33%). El contenido de proteínas fue aproximadamente el mismo que el de otras semillas oleaginosas y el perfil de aminoácidos resultó ser mejor en algunos aspectos que el de las otras especies aceiteras. Los niveles de leucina y lisina son más bajos que los de la proteína de soja, aunque igual o mayor que los niveles de la proteína de maní, algodón o girasol. Los aminoácidos azufrados (metionina + cisteína), tirosina, treonina y triptófano están presentes en cantidades más elevadas que en las otras oleaginosas. (Ver Cuadro 06).

Cuadro 06 . Cantidades de aminoácidos (en mg/g de proteína) presentes en las semillas de Sacha Inchi y de otras leguminosas.

Proteína / Aminoácidos	Sacha Inchi	Soja	Maní	Algodón	Girasol
Proteína Total (% peso seco)	27	28	23	23	24
Aminoácidos Esenciales	411	408	349	365	362
Histidina	26	25	24	27	23
Isoleucina	50	45	34	33	43
Leucina	64	78	64	59	64
Lisina	43	54	35	44	36
Metionina	12	13	12	13	15
Cisteina	25	13	13	16	15
Fenilalanina	24	49	50	52	45
Tirosina	55	31	39	29	19
Treonina	43	39	26	33	37
Triptófano	29	13	10	13	14
Valina	40	48	42	46	51
Aminoácidos no Esenciales	565	567	596	571	575
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
Aminoácidos Totales	976	975	945	936	937

Se citan los siguientes beneficios de la semilla de Sacha Inchi para la salud humana:

- Ayuda a regular la presión arterial y fortificar el corazón.
- Reduce los índices de colesterol en la sangre.
- Agiliza las funciones cerebrales ligadas a la memoria, inteligencia y razonamiento.
- Contribuye con el metabolismo y el transporte de nutrientes en la sangre.
- Es un antioxidante natural.

Con respecto al aceite de Sacha Inchi, se mencionan las siguientes características y virtudes:

- Se obtiene mediante la técnica de prensado en frío (sin uso de solventes).
- Color claro, oscila del amarillo intenso al ámbar dorado.
- Olor y sabor ligeramente a poroto.
- Tiene un sabor fresco, como a fruto seco, que lo hace perfecto para ensaladas, carnes, pescados, aves y platos de verduras.
- Alta digestibilidad - de un 94 % -, que permite que el cuerpo lo absorba fácilmente para aprovechar sus nutrientes.
- Favorece al desarrollo y funcionamiento correcto del cerebro y el sistema nervioso.
- Reduce los niveles de colesterol malo.

- Ayuda a reducir la hipertensión y previene enfermedades coronarias. Reduce el riesgo de infartos y problemas cardiovasculares
- Regula los niveles de azúcar en la sangre; alimento ideal para diabéticos.
- Combate enfermedades respiratorias como bronquitis, asma, alergias.
- Es un gran antioxidante natural.
- Es la alternativa sabrosa a los suplementos de aceite de pescado; por eso es ideal para vegetarianos y veganos.

BIBLIOGRAFÍA

Fuentes citadas:

- Arcos, G. A. (2017). Comunicación personal.
- Arévalo Garazatúa, G. (1999). "El Cultivo del Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la Amazonia". INIA, Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria; Estación Experimental El Porvenir, Tarapoto, Perú. Fuente: <http://www4.congreso.gob.pe/comisiones/1999/ciencia/cd/inia/inia-i5/inia-i5.htm> (consultado: abril de 2017).
- Dostert, N. y otros (2013). "Siete Especies de Plantas Vasculares de Importancia Económica en el Perú: Fichas Botánicas". *Arnaldoa* 20 (2): 359 – 432. Fuente: https://www.researchgate.net/publication/274712864_Seven_vascular_plants_species_used_in_Peru_Factsheet_botanical (consultado: julio de 2017).
- Fanali, C. y otros (2011). "Chemical Characterization of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Oil". *J. Agric. Food Chem.* 2011, 59, 13043–13049. Fuente: https://www.researchgate.net/profile/Laura_Dugo/publication/51770367_Chemical_Characterization_of_Sacha_Inchi_Plukenetia_volubilis_L_Oil/links/56b0c73508ae8e372151f1e3/Chemical-Characterization-of-Sacha-Inchi-Plukenetia-volubilis-L-Oil.pdf (consultado: julio de 2017).
- Flores, D. (2010). "Uso Histórico: Sacha Inchi". Proyecto Perubiodiverso. Fuente: http://repositorio.promperu.gob.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1371/Uso_historico_sacha_inchi_2010_keyword_principal.pdf?sequence=1 (consultado: junio de 2017).
- Guillén, M. y otros (2003). "Characterization of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Oil by FTIR Spectroscopy and H NMR. Comparison with Linseed Oil". *JAOCS*, Vol. 80, no. 8 (2003): 755 – 761. Fuente: https://www.researchgate.net/profile/Maria_Guillen2/publication/225449154_Characterization_of_sacha_inchi_Plukenetia_volubilis_L_Oil_by_FTIR_spectroscopy_and_1H_NMR_Comparison_with_linseed_oil/links/554ca5a90cf29752ee7f20ae/Characterization-of-sacha-inchi-Plukenetia-volubilis-L-Oil-by-FTIR-spectroscopy-and-1H-NMR-Comparison-with-linseed-oil.pdf (consultado: julio de 2017).
- Manco Céspedes, E. (2006). "Cultivo de Sacha Inchi". INIA, Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria; San Martín, Perú. 11 págs.
- (2008). "Protocolo del Cultivo de Sacha Inchi". CIED, Centro de Investigación, Educación y Desarrollo; La Merced, Perú. 86 págs.

Fuentes consultadas:

- Alarcón, E. (2006). "Tecnología de Cereales y Oleaginosas". UNAD, Universidad Nacional Abierta y a Distancia; Bogotá, Colombia. 278 págs.

Páginas web consultadas:

- http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/146/htm/sec_13.htm
- <http://www.fundacion-canna.es/beneficios-nutricionales-semillas-canamo>
- http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2013000100005&script=sci_arttext
- https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_graso
- https://es.wikipedia.org/wiki/Glycine_max
- https://es.wikipedia.org/wiki/Helianthus_annuus
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Linaza>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Plukenetia_volubilis

AGRADECIMIENTOS

Los alumnos y docentes responsables del presente proyecto expresan su agradecimiento a las siguientes personas, que de una y otra forma, contribuyeron a su realización:

Dr. Gabriel Arcos: médico y productor agropecuario; por la generosa provisión de frutos y semillas para la implantación del cultivo y por su asesoramiento en cuestiones de manejo del cultivo y la importancia del aceite en la nutrición humana.

Ing. Marcelo Zuccardi: Director de la Escuela Técnica N° 2 de Tafí Viejo; por su permanente predisposición para facilitar el desarrollo del proyecto y agilizar todos los trámites para la participación en las diferentes instancias de Feria de Ciencias.

Lic. Evelyn Dip: Jefa General de Talleres; por su constante asesoramiento y preocupación por el avance de la experiencia.

Prof. Diego Guerrero: Jefe de Sección; por favorecer la disponibilidad de espacios y equipamiento para llevar a cabo las diferentes etapas de la investigación.

Padres y/o tutores de los alumnos expositores: por permitir las salidas y viajes de los estudiantes a las diferentes instancias de Feria de Ciencias.

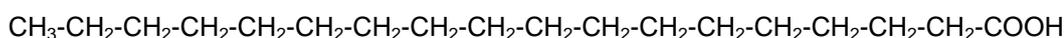
ANEXO: ÁCIDOS GRASOS

Un **ácido graso** es un tipo de ácido orgánico. Los ácidos orgánicos se encuentran generalmente en los frutos y otras partes de numerosas plantas. Entre los más comunes están el ácido cítrico, el ácido acético, el ácido málico, el ácido salicílico, etc., y los ácidos grasos.

Los ácidos orgánicos son biomoléculas que poseen una cadena de uno o más átomos de carbono y un grupo carboxilo. Por ejemplo, el ácido acético tiene la fórmula: $\text{CH}_2 - \text{COOH}$

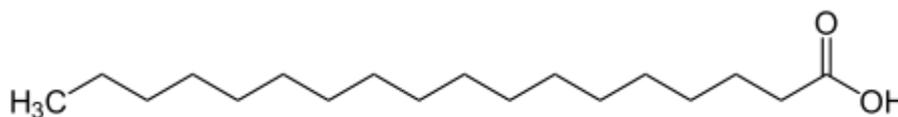
Los **ácidos grasos** son ácidos orgánicos de cadena larga (muchos átomos de carbono) en cuyo extremo hay un grupo carboxilo y son de naturaleza lipídica (los lípidos son los aceites y las grasas). En general, se puede formular un ácido graso genérico como R-COOH , donde R es la cadena hidrocarbonada que identifica al ácido en particular. Generalmente los ácidos grasos presentes en los seres vivos tienen un número par de átomos de carbono.

Tomemos como ejemplo uno de los ácidos grasos presentes en la semilla de Sacha Inchi, de 18 átomos de carbono, cuyo nombre es ácido octadecanoico (por sus 18 carbonos, según la nomenclatura del IUPAC) y cuyo nombre vulgar es ácido esteárico. Su estructura completa es:



Su estructura reducida es: $\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_{16} \text{COOH}$

La representación esquemática de su molécula, donde cada quiebre indica la posición de un átomo de carbono, es la siguiente:



Los ácidos grasos pueden ser de dos tipos:

- **Saturados:** cuando todos los enlaces entre los átomos de carbono son simples; tienden a ser sólidos a temperatura ambiente.
- **Insaturados:** cuando poseen uno o más enlaces dobles entre los átomos de carbono; suelen ser líquidos a temperatura ambiente. Si presentan un único doble enlace se denominan monoinsaturados; si poseen dos o más son poliinsaturados.

Los átomos de carbono de los ácidos grasos se identifican de dos maneras:

- **Con números arábigos:** el primer carbono es el carboxílico ($-\text{COOH}$), que recibe el número 1 y de allí se continúa hasta el último.
- **Con letras del alfabeto griego:** el carbono carboxílico no recibe letra; al segundo carbono se le asigna la letra α ; al tercer carbono la letra β y así siguiendo. Sin importar la cantidad de átomos de carbono, al último siempre se le asigna la letra.

Los ácidos grasos se designan con un código formado de la siguiente manera: número de átomos de carbono seguido por dos puntos; la cantidad de dobles enlaces; entre paréntesis la localización de los dobles enlaces indicando el número de carbono donde comienza, contando a partir del primero que es el átomo carboxílico. Por ejemplo, el ácido oleico se designa como 18:1(9); el número 18 indica el número de carbonos; el 1, la cantidad de dobles enlaces y el 9, el carbono donde empieza el doble enlace contando desde el extremo carboxílico.

En el caso de los ácidos grasos insaturados, suele utilizarse otra nomenclatura, donde la posición de los dobles enlaces se indica con respecto al último carbono de la cadena (el extremo CH_3), es decir, el carbono ω . Entonces, un ácido graso ω -3 tiene su primer doble enlace entre los carbonos 3 y 4; y un ácido graso ω -6 posee el primer doble enlace entre los carbonos 6 y 7, siempre contando desde el extremo CH_3 .



ESCUELA TÉCNICA N° 2 DE TAFÍ VIEJO

**PROYECTO:
REVALORIZACIÓN DE LOS CULTIVOS ORIGINARIOS
EL SACHA INCHI O MANÍ DEL INCA
COMO ALTERNATIVA PARA MEJORAR
LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LA HUERTA FAMILIAR**

REGISTRO PEDAGÓGICO

ÍNDICE

Introducción	2
Elección del Tema	2
Objetivos	2
Organización de la Propuesta	3
Adecuación de la Propuesta	3
Cronograma de Actividades	4
Recursos del Proyecto	4
Criterios Organizadores de las Actividades	5
Intervención del Docente	5
Evaluación de la Propuesta	5

INTRODUCCIÓN

La actividad se presentó como un Proyecto Didáctico Productivo donde los estudiantes debían probar un nuevo cultivo destinado a la producción de aceite de elevada calidad nutricional, rico en ácidos grasos insaturados y particularmente en ácidos omega tres.

Las actividades se iniciaron con el grupo de alumnos correspondiente al Segundo Año del Ciclo Básico, a fines del año 2016 y se continuaron, con el mismo grupo, ya en Tercer Año, hasta la fecha del presente informe (octubre de 2017) debiendo concluir en diciembre de 2017, de modo de completar el ciclo completo del cultivo.

La propuesta surgió de la inquietud de algunos alumnos de probar con cultivos no tradicionales de la huerta. Luego de las averiguaciones correspondientes se pudo disponer de cápsulas de Sacha Inchi o Maní del Inca listas para la trilla.

La búsqueda bibliográfica permitió conocer las bondades nutricionales de la semilla y el aceite de esta planta y las cuestiones básicas de manejo; también se recabó información directamente del productor que introdujo el cultivo del Sacha Inchi en el este de la provincia de Tucumán y que fue el que proveyó de la semilla para comenzar la prueba.

El proyecto se llevó a cabo considerando dos dimensiones:

- a) *Didáctico – productiva*: los alumnos debían conocer un nuevo cultivo y su forma de manejo, conjuntamente con la extracción de aceite de alta calidad, enriqueciendo la propuesta del Taller de Horticultura e Industrialización de Productos Vegetales y aprendiendo a llevar a cabo un nuevo tipo de producción;
- b) *Social*: la investigación se proponía con la intención de evaluar la implantación de este cultivo en la huerta familiar de modo de mejorar la calidad nutricional de los alimentos que en ella se obtienen, ofreciendo una alternativa para incorporar vegetales que favorezcan una dieta saludable y equilibrada.

ELECCIÓN DEL TEMA

Se produjeron dos circunstancias favorables: la motivación de los estudiantes por probar con nuevas especies en la huerta y la posibilidad de disponer de semilla de Sacha Inchi del único productor en la región del Noroeste Argentino. Además se consideraron los beneficios que reportaría en la dieta familiar la integración de esta planta a las huertas familiares.

La idea fue evaluar la implementación y la respuesta del cultivo a las condiciones climáticas y edáficas en el Barrio Lomas de Tafi (Tafi Viejo) donde se encuentra ubicada la Escuela; y poder evaluar el rendimiento en cápsulas, semillas y aceite.

Esta actividad no significó un gasto extra para la institución, ni la modificación de la planificación anual del Taller.

OBJETIVOS

a) Generales:

- Presentar a los estudiantes un cultivo no tradicional, propio de los pueblos originarios de la región andina;
- Revalorizar la cultura de los pueblos originarios a través del estudio de su agricultura;
- Reconocer la importancia de los aceites omega 3 en la calidad de la nutrición humana.

b) Particulares:

- Conocer la planta y el cultivo de Sacha Inchi o Maní del Inca;
- Implementar y manejar un grupo reducido de plantas de Sacha Inchi en la huerta de la escuela con vistas a su uso en las huertas familiares.

- Obtener el aceite de sus semillas mediante métodos sencillos y prácticos.
- Reconocer las bondades de la semilla y el aceite como mejoradores de los alimentos que se obtienen de la huerta familiar.

ORGANIZACIÓN DE LA PROPUESTA

Las tareas de trilla, siembra, repique, trasplante, tutorado, etc., del nuevo cultivo se integraron a las que corresponden a las especies que normalmente se llevan a cabo en la huerta de la Escuela Técnica N° 2 de Tafí Viejo: lechuga, acelga, remolacha, repollo, zanahoria, cebolla, tomate, zapallo, cedrón, caléndula. La inclusión del Sacha Inchi no significó modificar la planificación normal del Taller.

La trilla de las cápsulas y la siembra de las semillas en bandejas se realizaron a fines del período lectivo 2016. Durante la última mesa de examen de diciembre se repicaron las plantitas a macetines de plástico soplado.

En enero y febrero de 2017 los plantines fueron cuidados por los docentes del Taller y se transplantaron a la huerta de la escuela cuando se iniciaron las actividades con los alumnos en el nuevo ciclo lectivo.

Las cápsulas fueron provistas por un productor de la zona de Gobernador Garmendia, Burruyacu, en dos momentos:

- a) Noviembre de 2016: para disponer de semillas para la producción de plantines.
- b) Julio de 2017: para contar con semillas para la extracción del aceite.

Se implantaron finalmente 16 plantas de Sacha Inchi en la huerta escolar, las que fueron mantenidas por los estudiantes con tareas de desmalezado y riego, realizadas tanto por los alumnos de 2º Año como por los de 3º Año del Ciclo Básico, trabajando cuatro días a la semana, durante las prácticas normales y cotidianas del Taller aplicadas a los cultivos tradicionales.

ADECUACIÓN DE LA PROPUESTA

La investigación se adecuó sin inconvenientes a la estructura y a la forma de trabajo del Taller de Horticultura; como se mencionó precedentemente ni la planificación ni las actividades normales de la materia tuvieron que modificarse para llevar a cabo el proyecto. Todo esto se desprende de los siguientes aspectos:

- El cultivo de Sacha Inchi se integró a las plantaciones tradicionales del Taller; se asignó un nuevo espacio sin afectar al destinado a las otras especies;
- Las labores culturales propias del nuevo cultivo eran sencillas y básicas, principalmente riego y desmalezado además del tutorado a medida que las plantas iban creciendo;
- En ningún momento se descuidaron los otros cultivos de la huerta;
- Se llevaron a cabo tareas innovadoras como la trilla y el descascarado de las semillas, la extracción del aceite, el tutorado, etc..
- Se presentó a la comunidad educativa de la escuela, mediante comunicación formal e informal, un cultivo no tradicional y que era desconocido por todos.

El interés por la planta de Sacha Inchi y la calidad de su aceite generó un espacio de interacción y reflexión común entre docentes y alumnos, movidos por la curiosidad y la falta de información sobre este cultivo.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Las actividades del presente proyecto se iniciaron en el mes de noviembre de 2016 y se extendieron hasta la fecha, aunque el seguimiento de las plantas deberá continuar por lo menos hasta diciembre de 2017 en la época correspondiente a las primeras cosechas. En el siguiente cuadro se presentan las principales tareas y su duración (indicada en semanas).

Actividades	OCT				NOV				DIC				ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO				SEP							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48				
Revisión bibliografía	■	■	■	■																																																
Trilla de cápsulas																																																				
Descascarado semillas																																																				
Siembra de bandejas																																																				
Cuidado de bandejas																																																				
Repique a macetines																																																				
Cuidado de plantines																																																				
Preparación tutorado																																																				
Transplante plantines																																																				
Riego y desmalezado																																																				
Extracción de aceite																																																				
Prep. documentación																																																				

RECURSOS DEL PROYECTO

a) Humanos:

- Alumnos de 3º Año del Ciclo Básico y la colaboración de los estudiantes de 2º Año del Ciclo Básico.
- Maestros de Enseñanza Práctica del Taller de Horticultura e Industrialización de Productos Vegetales (dos profesores).
- Jefe de Taller y Jefe de Sección.
- Productor agropecuario de la zona de Gobernador Garmendia, Depto. Burruyacu.

b) Materiales:

- Equipamiento:
Palas, rastrillos, escardillos, regaderas.
- Insumos:
Semillas de Sacha Inchi.
Turba parda y compost para llenado de bandejas.
Bandejas plásticas de siembra.

Macetines Nº 12 para repique.
Hilo plástico y estacas.
Postes y alambre galvanizado para sistema de tutorado.

CRITERIOS ORGANIZADORES DE LAS ACTIVIDADES

La formación teórica sobre las características y el cultivo de Sacha Inchi, se brindó como parte de las clases en aula del Taller de Horticultura. Las jornadas de trabajo del Taller normalmente se dividen en dos partes: en la primera mitad se tratan cuestiones generales de las plantas y particulares de cada cultivo; en la segunda, se trabaja en la huerta para realizar las prácticas de campo.

Las generalidades sobre el Sacha Inchi, su cultivo y su aceite se trataron en dos clases de 30 minutos, utilizando parte del tiempo correspondiente a los contenidos teóricos del Taller. Las tareas de campo se llevaron a cabo juntamente con las de los otros cultivos.

Los criterios que organizaron las actividades referidas al Sacha Inchi fueron los siguientes:

- Actividades de mantenimiento del cultivo en simultáneo con las que correspondían a las otras especies (lechuga, acelga, remolacha, repollo, etc.).
- Distribución de espacios para cada cultivo, sin afectar los que se venían destinando a los cultivos tradicionales.
- La trilla y descascarado de semillas se asignaron formalmente a dos alumnos por clase, en forma rotativa, de manera de no afectar al resto de las actividades de campo. En los tiempos de descanso solían sumarse en forma espontánea más estudiantes a esta tarea.
- La extracción de aceite se manejó de la misma manera, en el horario afectado a las clases de industrialización.

INTERVENCIÓN DEL DOCENTE

La intervención de los dos profesores del Taller se produjo de la siguiente manera:

- Descripción de la planta de Sacha Inchi, del manejo de su cultivo, de la extracción y características del aceite, en dos clases de 30 minutos cada una;
- Explicación y seguimiento de las tareas de campo: trilla, descascarado, instalación de tutores, fijación a los tutores, desmalezado, riego;
- Explicación y seguimiento del proceso de industrialización: preparación y lavado de semillas, prensado para extracción del aceite, uso del dispositivo para prensado;
- Registro de las tareas de campo y asignación de las diferentes tareas.

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

Evaluación Inicial: en el momento de organizar el proyecto con los estudiantes para determinar los conocimientos y las capacidades previas referidas a conceptos fundamentales (elaboración de proyectos; partes de la planta; semillas de oleaginosas; aceites y ácidos grasos; tutorado; etc.).

Evaluación Procesual: mediante el seguimiento y monitoreo permanente de las actividades desarrolladas por los alumnos para calificar las competencias que se iban logrando (organización en las tareas; trilla de cápsulas y obtención de la semilla para siembra; descascarado de la semilla para aceite; equipos y herramientas; normas de higiene y seguridad; labores culturales; etc.).

Evaluación Sumativa: para establecer las competencias finales alcanzadas por los estudiantes y el nivel de concreción de los objetivos generales y particulares, mediante las siguientes acciones:

- Auto-evaluación de las actividades realizadas y de los resultados obtenidos, detectando los errores cometidos y definiendo sus formas de corrección.
- Retroalimentación del proyecto para optimizar el flujo de trabajo y la calidad del producto final obtenido.

Los criterios de evaluación fueron los siguientes:

- Asistencia y puntualidad.
- Capacidad para trabajar en equipo.
- Nivel de integración de saberes teóricos y prácticos.
- Organización de las etapas.
- Grado de aprovechamiento de los recursos disponibles.
- Administración apropiada del tiempo para cada etapa.
- Responsabilidad, compromiso y prolijidad en las diferentes tareas.