

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.

El Tamarindo (*Tamarindus indica*) es un árbol tropical y la única especie del género *Tamarindus*, perteneciente a las Fabaceae (antes llamadas Leguminoseae), subfamilia Caesalpinioideae, de frutos comestibles muy apreciados en diversos países.

Es originario de las regiones secas de África. Hace siglos fue difundido hasta la India, donde actualmente se cultiva intensamente. En América fue introducido en el siglo XVI y aunque las plantas americanas difieren en ciertos caracteres de las asiáticas, no se justifica separarlas como especies diferentes.

El tamarindo se ha adaptado a regiones con clima cálido-semiseco, sin embargo, también prospera en climas cálido húmedos, no obstante en zonas con temporadas de precipitación prolongada, los árboles tienden a crecer de manera pobre y por lo general no producen fruta. Las plantas soportan la sequía pero son sensibles a las heladas y se desarrolla en zonas con rangos de precipitación de los 500 a los 1500 mm anuales, encontrándose desde el nivel del mar con un promedio de 30°C, hasta altitudes de 1500 m con un promedio de 20°C.

Se trata de un árbol de lento crecimiento, pero de gran longevidad (150 años), de tamaño mediano a grande (10 a 25 m), y alcanza bajo condiciones favorables hasta 30 m de altura; se caracterizan por tener una copa redondeada, extendida y abierta, con follaje denso, ramas bajas y una cobertura de 6 a 10 m².

En Bolivia, específicamente en Santa Cruz, la clase enana o hindú fue introducida hace 20 años por la misión Británica en Agricultura Tropical, quienes en ese entonces cooperaban con el CIAT (Centro de Investigación Agrícola Tropical).

Desde ese tiempo el tamarindo era cultivado solamente para autoconsumo, pero debido a la costumbre de su consumo ha dado lugar al crecimiento de la demanda, tanto a nivel regional, local como nacional, por lo que actualmente ya es cultivado con fines comerciales.

Generalidades del Tamarindo

- Nombre común o vulgar: Tamarindo, Tamarindos.
- Nombre científico o latino: *Tamarindus indica*.
- Familia: Caesalpiniaceae.
- Origen: Nativo de África, y hoy día plantado en todos los trópicos y subtropicos, donde ha llegado a naturalizarse.
- Árbol perennifolio que puede llegar a medir hasta 20 metros de altura.
- Copa compacta y redondeada.
- Tronco rugoso con corteza gris.
- Hojas compuestas, formadas por 10 a 18 pares de folíolos, alternas, de color verde oscuro.
- Las inflorescencias son amarillas y rojas de aproximadamente 1 pulgada de diámetro y producidas en racimos cortos de 5 a 10 cm. de longitud; flores sigomórficas en forma de canoa.
- El fruto es una vaina de color café de forma alargada o curva de 2 a 6 pulgadas de longitud y 0,75 a 1,0 pulgadas de ancho.
- Los hay de sabor ácido a dulce según la variedad.
- La pulpa de un fruto joven es muy ácida, y por lo tanto recomendable para muchos platos, mientras que los frutos maduros son más dulces y pueden ser utilizados en postres, bebidas o como botana.
- La pulpa del fruto, tienen un variado número de usos, que van desde la preparación de refrescos, confitería, conservas, salsas, hasta como medicina natural.
- La pulpa se usa extensamente en la cocina del sur de la India y para la preparación de refrescos, confituras y helados a través de las áreas de distribución natural y artificial de la especie.
- Las hojas, las flores y a veces las semillas se usan también en recetas de cocina.
- Tiene diversos usos medicinales.

- Las semillas molidas se pueden usar como forraje para el ganado y pueden ser preparadas para ser usadas en la estabilización de alimentos procesados y para la conversión de jugos de frutas en jaleas.
- Las semillas, molidas, hervidas y mezcladas con goma, producen un cemento fuerte para la madera.
- Las semillas se usan también para producir un aceite de color ámbar para lámparas de aceite o para la preparación de pinturas y barnices.
- Las hojas producen un tinte rojo, el cual se usa para dar un matiz amarillo a las telas previamente teñidas con añil.
- La madera es dura y pesada, fuerte y fibrosa, difícil de trabajar y sujeta a rajarse durante el secado; sin embargo la madera toma un buen pulido.

Estas características del tamarindo son muy importantes de acuerdo a Henry Fernando Cedeño Figueroa, Alexandra Annabel Galarza Avila, (2007:14-17).

Valor alimenticio

La pulpa constituye un 40% de la vaina y es fuente importante de vitaminas, minerales y pectinas; la pulpa de color rojo de algunos tipos de tamarindo contiene el pigmento Chrysanthemín. Las hojas jóvenes son ricas en minerales (calcio, fósforo y azufre) y vitaminas (vitamina A y niacina), mientras que las flores poseen altas concentraciones de calcio, fósforo y ácido ascórbico.

Las semillas de tamarindo son también una rica fuente de almidón, proteína y aceite. Su composición química es: agua 11.3%, proteína 13.3%, grasa 5.4%, carbohidratos 57.1%, ceniza 4.1% y fibra cruda 8.8%. La proteína de la semilla es rica en ácido glutármico (1%), ácido aspártico (11.6%), glicina (9.1%) y leucina (8.2%), pero deficiente en metionina, treonina, valina y cisteína. La proporción de aminoácidos esenciales en la proteína es de 33.6%. (Mario Orozco Santos, 2001: 76-77)

Tabla 1
Valor alimenticio del Tamarindo

Compuesto	Valor de 100 gramos de porción comestible		
	Pulpa madura	Hojas jóvenes	Flores
Calorías	115		
Humedad	28.2 – 52.0 g	70.5 g	80 g
Protéina	3.1 g	5.8 g	0.45 g
Grasa	a.G	2.1 g	1.54 g
Fibra	5.6 g	1.9 g	1.5 g
Carbohidratos	67.4 g	18.2 g	
Azúcar	30 – 41 g		
Ceniza	2.9 g	1.5 g	0.72 g
Calcio	35 – 170 mg	101 mg	35.5 mg
Magnesio		71 mg	
Fósforo	54 – 110 mg	140 mg	45.6 mg
Hierro	1.3 – 10.9 mg	5.2 mg	1.5 mg
Cobre		2.1 mg	
Cloro		94 mg	
Azufre		63 mg	
Sodio	24 mg		
Potasio	375 mg		
Vitamina A	15 I.U.	250 mg	0.31 mg
Tiamina	0.16 mg	0.24 mg	0.072 mg
Riboflavina	0.07 mg	0.17 mg	0.148 mg
Niacina	0.6 – 0.7 mg	4.1 mg	1.14 mg
Ácido Ascórbico	0.7 – 3.0 mg	3.0 mg	13.8 mg
Ácido Tartárico	8.0 – 23.8 mg		
Ácido Oxálico		196 mg	

Fuente: Morton J.F. (1987)

Tabla 2**Valor nutricional del Tamarindo**

Tamarindo Crudo	
Valor nutricional por cada 100 g	
Carbohidratos	62.5 g
Azúcares	57.4 g
Fibra alimentaria	5.1 g
Grasas	0.6 g
Proteínas	2.8 g
Tiamina	0.428 mg (33%)
Riboflavina	0.152 mg (10%)
Niacina	1.938 mg (13%)
Ácido pantoténico	0.143 mg (3%)
Vitamina B	0.066 mg (5%)
Ácido Fólico	14 µg (4%)
Vitamina C	3.5 mg (6%)
Vitamina E	0.1 mg (1%)
Vitamina K	2.8 µg (3%)
Calcio	74 mg (7%)
Hierro	2.8 mg (22%)
Magnesio	92 mg (25%)
Fósforo	113 mg (16%)
Potasio	628 mg (13%)
Sodio	28 mg (2%)
Zinc	0.1 mg (1%)
% de la cantidad diaria recomendada para adultos	

Fuente: Base de datos nutrientes de USDA (United States Department of Agriculture).

Propiedades del Tamarindo.

- El tamarindo posee un alto contenido en glúcidos y pectina, sustancias que ayudan a limpiar el intestino y apropiadas para aquellas personas con estreñimiento.
- Con frecuencia el tamarindo se utiliza en dietas de adelgazamiento debido a sus propiedades depurativas y ligeramente laxantes.
- Tiene propiedades protectoras y descongestionantes del hígado.
- Tiene un alto contenido de ácidos orgánicos que aportan propiedades refrescantes y tonificantes.
- También se lo utiliza para tratar la fiebre como antipirético.
- Tiene un potente poder antioxidante y puede ayudar a prevenir las arteriosclerosis.

Antecedentes sobre la elaboración de hojuelas de Tamarindo a nivel internacional.

La elaboración de hojuelas de Tamarindo es un estudio poco expuesto, por lo que se tomará de referencia antecedentes del polvo de tamarindo a nivel internacional (producto más cercano a las hojuelas), en esta parte se hace referencia a experiencias ya realizadas por los países más inmersos en la elaboración de productos teniendo como materia prima al tamarindo.

Las experiencias recopiladas en este punto son de los países siguientes: México y la India.

Antecedentes sobre la elaboración de polvo de Tamarindo en México.

México produce 38682 Ton. anuales. El principal destino de las exportaciones mexicanas de tamarindo es EUA. En el periodo 2007 – 2008 las importaciones de EUA crecieron y México incrementó sus exportaciones de tamarindo fresco en un 771.80% (representan una participación del 2% del total del mercado) y un 10.2%

del valor de las importaciones anuales de este producto. En lo que respecta al tamarindo seco, en el periodo 1996 – 2000 México participaba con el 75% del valor de las exportaciones totales hechas a EUA; esta situación se revierte en el periodo 2001 – 2008, donde se reduce en un 40% y la de Tailandia se incrementa asombrosamente de un 5% a un 51%.

En la cadena de tamarindo no existen tantos canales formales de comercialización como en otras cadenas. La comercialización se orienta principalmente al mercado mejicano, generalmente la cosecha se vende a través de intermediarios los que la envían fuera del Estado a bodegueros; ya fuera de la entidad se clasifican, se empaca y se distribuye a tiendas departamentales, detallistas o pequeñas industrias procesadoras de pulpa, para la fabricación de dulces y otras aplicaciones industriales.

México actualmente cuenta con varias industrias que elaboran polvo de Tamarindo, como ser:

ARISTACO, ENGLOBA, FUTURE FOODS, CEDROSA, GLISERINAS INDUSTRIALES, MR. JACK, DEFRUT S.A., ALIMATEC, NATURAL TEC, ADN, OLEO ESPECIAS, ALTECSA, DEIMAN, TAMLETZAL, ALI ALIMENTACIÓN SALUDABLE y muchas otras industrias que la elaboran a menor escala y para consumo local.

Antecedentes sobre la elaboración de polvo de Tamarindo en la India.

La India es un productor de tamarindo a escala comercial y es el mayor productor de tamarindo amargo en Asia. Una gran parte de su producción se exporta a Asia Occidental, Europa y América, donde se utiliza para las especialidades de alimentos, su producción anual es de alrededor de 300000 toneladas.

Alrededor de 20000 toneladas de polvo de tamarindo se producen anualmente. Las exportaciones de la India son principalmente a Pakistán, los países Árabes, Europa y América del Norte.

Antecedentes sobre la elaboración de Hojuelas de Tamarindo a nivel nacional.

Actualmente a nivel nacional aún no se incursiona en esta rama del mercado de tamarindo, a pesar de contar con la demanda y la materia prima necesarias, a raíz de esto se ve la potencialidad del proyecto.

Antecedentes del mercado de Tamarindo.

Situación del mercado externo.

Situación de la Demanda.

Las importaciones que la Unión Europea realiza de tamarindo y lichi (fruta tropical proveniente del sur de china), equivalen a 77 millones US\$ (33 mil toneladas) sólo en el año 2000. Siendo Francia el mercado más grande de la UE para el tamarindo y lichis (principalmente de Madagascar, Sur África e Israel), contabilizando un 70% del total de importaciones de los países miembros de la Unión Europea. La mayoría de las importaciones restantes fueron para el Reino Unido, Alemania, los Países Bajos y Bélgica. En Alemania, como es el caso de muchas de sus importaciones domésticas, la mayor parte de los requisitos domésticos es conocida por las re-exportaciones de otros miembros de la UE, notablemente Holanda y Francia.

Situación de la Oferta.

A pesar de existir el mercado internacional de tamarindo por un largo tiempo, no se cuenta con una información detallada y representativa del mismo, esto a causa de que en la mayoría de los países que exportan tamarindo es en pequeñas cantidades y son categorizados junto con los productos misceláneos en los reportes de aduanas.

Situación del mercado nacional de Bolivia.

Situación de la demanda.

La demanda actual para productos con base al tamarindo, está orientada exclusivamente a la ciudad de Santa Cruz de la Sierra y Beni, debido al limitado desarrollo de la producción y la oferta de productos derivados. Recién en la gestión 2003 se iniciaron esfuerzos para promocionar el consumo en las principales ciudades del país principalmente en helados.

Por las características del producto y el desarrollo relativo del consumo en otros países con hábitos y nivel de desarrollo similar, se puede afirmar que el tamarindo presenta potencialidades para la expansión de su consumo a nivel nacional.

A continuación se realiza un análisis de la demanda potencial, tomando en cuenta los diferentes productos finales y la composición del mercado cliente en las ciudades del Eje Central.

Tabla 3

Estructura del mercado cliente en las principales ciudades.

Segmentos	Descripción del segmento	Productos con potencial de comercialización	Observaciones para su introducción y expansión del consumo
Vendedores de batidos	Personas que preparan el producto para su venta en pequeños locales, mercados populares o a los transeúntes. Tienen pocos recursos para compras importantes	Pulpa Batidos	Explicar la forma de preparación del producto y sobretodo, las ventajas del mismo sobre sucedáneos para ayudar a la digestión
Supermercados Mini-mercados Tiendas especializadas	Compradores con fuerte poder negociador, que exigen unos plazos para el pago, que en la actualidad no están en condiciones de ofrecer los productos	Pulpa Fruta fresca Mermeladas Helados Refrescos	Quizá como fruta o laxante tenga un cierto atractivo, no obstante, no parece ser un segmento con posibilidad real de penetración en el corto plazo por los plazos de crédito que exigen a sus proveedores. Alguna tienda de especialidad podría asumirlo, pero de nuevo es vital el dar a conocer sus ventajas.
Fabricantes de helados artesanales	Personas muy parecidas en su comportamiento a los vendedores de batido	Helados	Han incorporado paulatinamente esta fruta dentro de su oferta. Por su vinculación con vendedores en ferias y mercados pueden llegar a conocer el producto.
Fabricantes de helados industriales	Compradores con poder adquisitivo	Helados	Ya han incorporado esta fruta dentro de su oferta de helados
Restaurantes	Desde pequeños hasta de lujo	Refrescos y Néctares	Principalmente en los que atienden a turistas o a clientes de mayor poder adquisitivo, puede y debe ser introducido como una novedad, resaltando sus beneficios para la salud.
Vendedores de pulpa en los mercados de abasto	Población en general con poco poder adquisitivo	Pulpa	El sistema en las ferias y mercados de abasto es bastante cerrado en las ciudades del eje.

Fuente: Estudio cadenas productivas frutas exóticas M.A.C.I.A. – I.A.S. (2003)

Situación de la oferta.

Las fincas que no consiguen vender toda su producción durante la época de cosecha almacenan el producto hasta lograr su venta en los meses siguientes, pero existen casos en que almacenan con el fin de conseguir mejores precios realizando su venta en los meses posteriores al periodo de la fruta, este último

grupo está compuesto por aquellas fincas con mayor cantidad de árboles y/o árboles más longevos (+ de 51 años).

Situación de la industria de tamarindo en Bolivia.

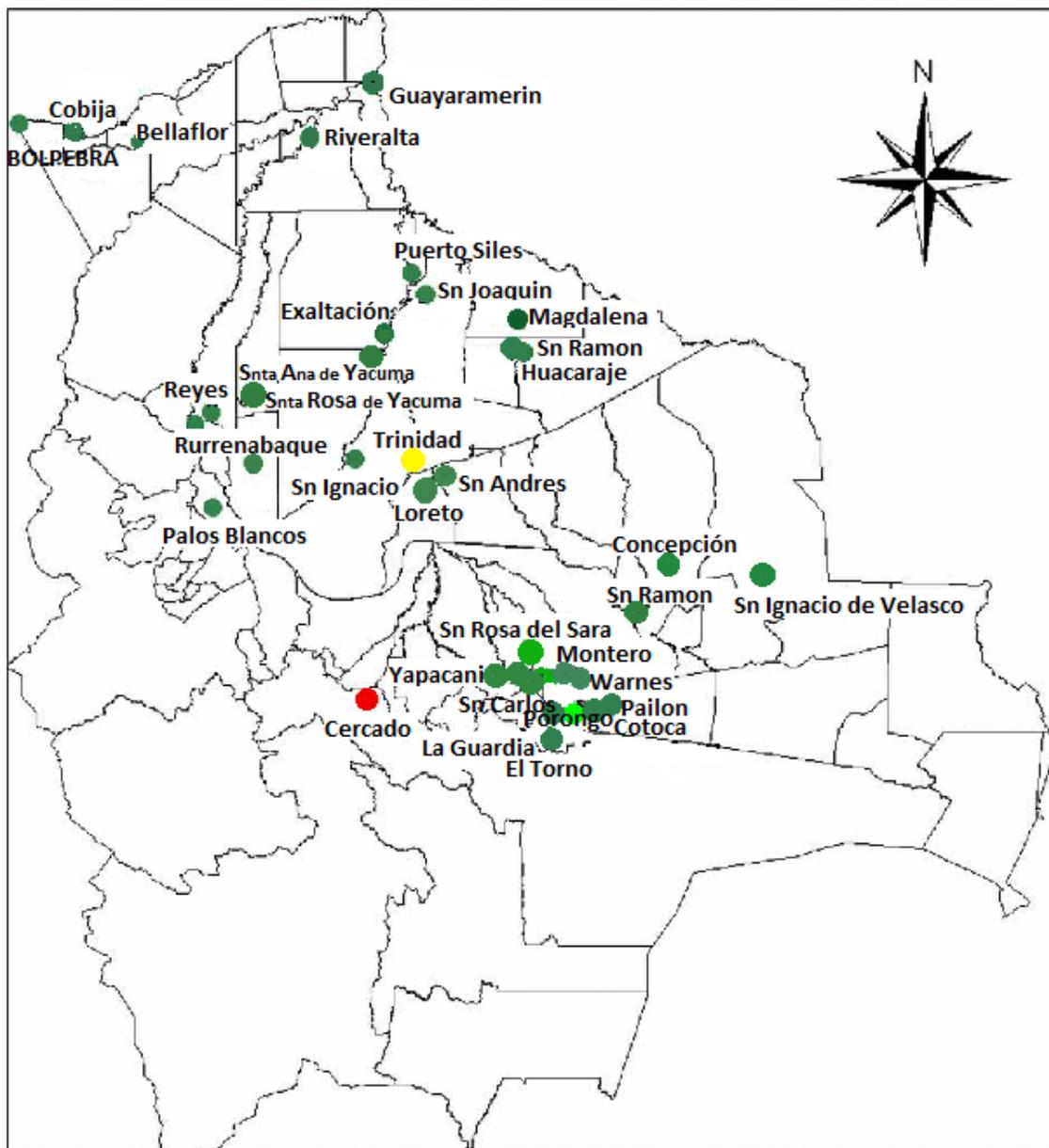
El deficiente apoyo de proyectos frutícolas para el cultivo de tamarindo hace de que los productores no puedan contar con el apoyo para lanzarse en proyectos de largo alcance y consecuentemente, en la investigación y desarrollo del cultivo.

El tamaño de la industria involucrada actualmente en el procesamiento de la pulpa de tamarindo es considerado mediana para el mercado boliviano. Sin embargo, si se toma como parámetro otras industrias de países vecinos, la industria nacional transformadora del tamarindo resulta ser pequeña, con el agravante de que a mediano plazo, la competencia internacional podría acceder con productos similares al país y convertirse en potenciales proveedores de pulpas congeladas, néctares, jaleas y otros productos.

El mapa que a continuación se muestra indica la distribución geográfica donde aparece el eslabón de transformación de tamarindo.

Figura 1

Mapa de distribución geográfica por municipio del eslabón de transformación de la cadena de tamarindo



Fuente: Estudio cadenas productivas frutas exóticas M.A.C.I.A. – I.A.S. (2003)

LEYENDA

- Transformación industrial y semi industrial
- Transformación casera, artesanal e industrial
- Transformación artesanal
- Transformación casera y artesanal

El comercio nacional e internacional de tamarindo es más limitado por las siguientes razones:

- El tamarindo no ha recibido mucha atención en el área de investigación por muchos años y en la mayoría de los países productores, árboles no mejorados son cultivados. La excepción es el reciente desarrollo de las especies dulces en el Sudeste de Asia donde existe un interés emergente en el cultivo para el comercio de fruta fresca.
- La mayoría de las frutas y semillas se desperdician, debido a la falta de tecnología para el procesamiento y el almacenaje.
- Las tecnologías disponibles no han sido diseminadas entre los cultivadores en los diferentes países productores.
- La pulpa procesada es de una calidad baja y no reúne los estándares del mercado internacional.
- Las tecnologías alternativas de bajo costo de producción no son disponibles por el momento.
- Muchos de los productos disponibles en este momento están restringidos a los mercados domésticos de los países productores y no han llegado a los mercados internacionales.
- La mayoría de las exportaciones son sólo de muy pocos de los países productores más grandes y son limitadas a frutas frescas, pulpa, polvo y pasta de semilla, de las cuales la pulpa y el polvo de semilla son usados para la fabricación de medicamentos, aplicaciones industriales y para propósitos culinarios. Su potencial industrial no ha sido explotado totalmente.
- El tamarindo está considerado como una comida étnica. Y en los países de importación es usado por los antiguos consumidores con poca evidencia de traspasar a los mercados no étnicos.
- La falta de información local como internacional limita la expansión del cultivo y diversificación del producto.

OBJETIVOS.

General.

- Obtención de hojuelas de Tamarindo mediante secado al vacío.

Específicos.

- Caracterizar la materia prima: Tamarindo, para la obtención de hojuelas de tamarindo.
- Seleccionar y diseñar el proceso tecnológico para la obtención de hojuelas de tamarindo.
- Formular la fase experimental del proceso de obtención de hojuelas de tamarindo.
- Caracterizar las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas de las hojuelas de tamarindo obtenido.
- Presentar, analizar y valorar los resultados experimentales conseguidos del proceso de obtención de hojuelas de tamarindo.

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE GRADO.

El Tamarindo en Bolivia se encuentra en los departamentos de Santa Cruz, Beni y en menor medida en Chuquisaca, siendo los dos primeros quienes destinan parte de su producción a la industria alimentaria para su procesamiento. Los demás departamentos del país son abastecidos en pocas cantidades para el consumo interno.

Para aumentar la disponibilidad de este producto y expandir su mercado es que se busca mejorar las condiciones de transporte y procesamiento en función de la demanda que genera el tamarindo.

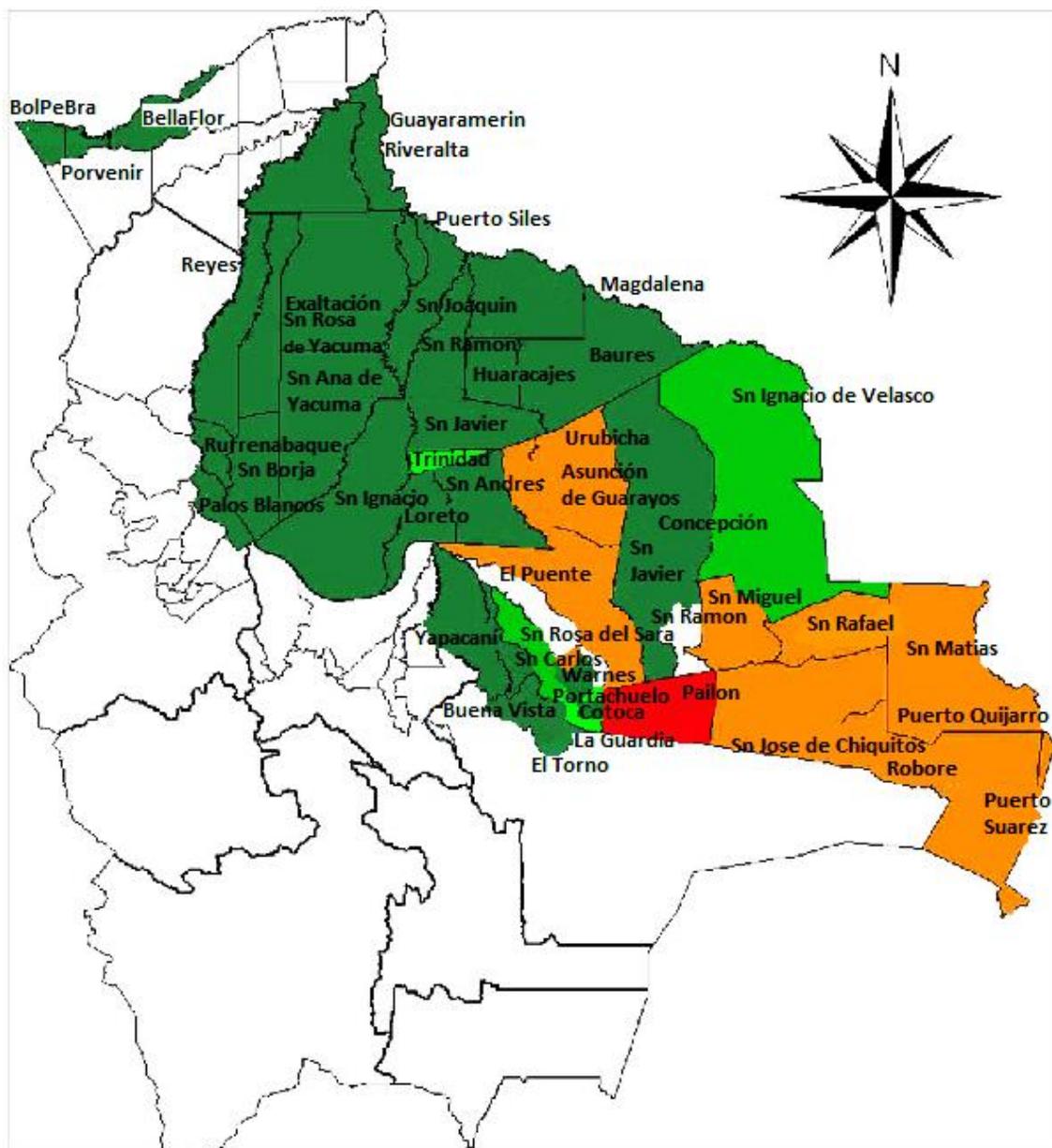
Tabla 4
Producción potencial estimada de Tamarindo Tm

Departamento / Municipio	Año 2,004	Año 2,005	Año 2,006	Año 2,007	Año 2,008
SANTA CRUZ					
Santa Rosa	36,0	42,0	50,0	54,0	60,0
Portachuelo	18,0	21,0	25,0	27,0	30,0
Pailas	108,0	126,0	150,0	162,0	180,0
San Ignacio	36,0	42,0	50,0	54,0	60,0
BENI					
Trinidad	126,0	147,0	175,0	189,0	210,0
Rurrenabaque	108,0	126,0	150,0	162,0	180,0
Total	432,0	504,0	600,0	648,0	720,0

Fuente: Estudio cadenas productivas frutas exóticas M.A.C.I.A. – I.A.S. (2003)

Figura 2

Mapa de distribución geográfica por municipio del eslabón de producción de la cadena de Tamarindo



Fuente: Estudio cadenas productivas frutas exóticas M.A.C.I.A.– I.A.S. (2003)

LEYENDA

- Cultivos de empresas
- H. familiar, P. productores y empresarial
- Cultivos de pequeños productores
- Huerta Familiar y Pequeños productores

Justificación social

Se generará fuentes laborales para las personas que habitan en las zonas de donde haya la materia prima y creciente expansión de la industria alimentaria en Bolivia que demanda tamarindo.

Justificación tecnológica

En nuestro país existe la tecnología necesaria para obtención de hojuelas de tamarindo.

Justificación Económica

La actividad generará desarrollo económico y productivo para mejorar la calidad de vida, y poder abastecer la demanda creciente de la población con producto de calidad y costo accesible.

Justificación Ambiental

Dado que el proceso de obtención de hojuelas de tamarindo causa muy bajo impacto ambiental, esta actividad no constituiría un daño importante al medio ambiente al usar bajas temperaturas en el secado al vacío lo que se traduciría en bajo consumo de energía, posibilidad de aprovechamiento de la semilla como residuo del proceso, tiempos bajos de procesamiento, pequeña generación de residuos no aprovechables, etc.