



**UNIVERSIDAD
MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS
DE HIDALGO**



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“VALORACIÓN DE LA YACA DE COMUNIDADES DE
MICHOACÁN, PARA OBTENCIÓN DE HARINAS ENRIQUECIDAS
EN PROYECTOS DE DESARROLLOS SUSTENTABLES”.**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE LICENCIATURA EN INGENIERIA
QUIMICA**

PRESENTA: JESÚS GARCÍA ZAMORA

ASESORA DE TESIS: Dra. DELIA MORENO JUÁREZ

MORELIA, MICH.

MAYO 2016

INDICE

A) GLOSARIO DE TERMINOS	8
VALORACIÓN DE LA YACA DE COMUNIDADES DE MICHOACÁN PARA LA OBTENCIÓN DE HARINAS ENRIQUECIDAS EN PROYECTOS DE DESARROLLO SUSTENTABLE.	14
RESUMEN	14
I) ANTECEDENTES	16
II) INTRODUCCIÓN	22
IIa) OBJETIVOS	26
IIa.1) OBJETIVO GENERAL	26
IIb) JUSTIFICACIÓN	27
IIb.1) ANÁLISIS FODA.	28
IIc) HIPÓTESIS	29
III) MARCO TEÓRICO	30
IV) METODOLOGÍA	34
IVa) CARACTERÍSTICAS DE ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS.....	34
IVb) MATERIALES Y MÉTODOS	36
IVb.1) MATERIAL Y REACTIVOS.	36
IVb.2) MÉTODO DE ESTRUJAMIENTO.	37
IVb.3) INMERSIÓN.....	37
IVb.4) SECADO.....	39
IVb.4.1) GRÁFICA DE HUMEDAD PARA MEZCLAS DE AIRE-VAPOR DE AGUA.	41
CURVAS DE VELOCIDAD DE SECADO.....	42
IVb.4.3) DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LA VELOCIDAD DE SECADO.....	42
IVb.4.4) CURVAS DE VELOCIDAD DE SECADO PARA CONDICIONES DE SECADO CONSTANTE (5a, 5b).	42
IVb.4.5) SECADO DURANTE EL PERIODO DE VELOCIDAD DECRECIENTE.	45
IVb.4.6) MOVIMIENTOS DE HUMEDAD EN LOS SÓLIDOS DURANTE EL SECADO EN EL PERIODO DE VELOCIDAD DECRECIENTE.	45
IVc) EVALUACIÓN DE PROPIEDADES DE LOS ELEMENTOS DE LA ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS.....	46
IVc.1) PROPIEDADES NUTRICIONALES Y MEDICINALES QUE SE LE ATRINUYEN A LA ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS.	46

VALORACIÓN DE LA YACA DE COMUNIDADES DE MICHOACÁN, PARA OBTENCIÓN DE HARINAS ENRIQUECIDAS EN PROYECTOS DE DESARROLLO SUSTENTABLE.

IVc.2) EVALUACIÓN DE PROPIEDADES DE LOS ELEMENTOS DE ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS.	51
IVd) MÉTODOS DE ANÁLISIS (INCLUIDOS EN ANEXO 1).	51
IVd.1) MÉTODO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE YODO DE LA (NMX-F-152-S-1981).....	51
IVd.2) MÉTODO PARA DETERMINAR LA HUMEDAD (NMX-F-428-S-1981).	51
IVd.3) MÉTODO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE ENERGÍA (NMX-F-068-S-1980).....	51
IVd.4) MÉTODO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE PROTEÍNAS KJENDAHAL (NMX-F-068-S-1980).	52
IVd.5) MÉTODO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE FIBRA (NMX-F-180-1986).....	52
IVd.6) MÉTODO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HIDRATOS DE CARBONO (NMX-F-066-S- 1978).	52
IVd.7) MÉTODO DE SECADO POR ESTUFA.	52
IVd.8) MÉTODO DE CENIZAS TOTALES.	52
IVd.9) MÉTODO DE MOHR.	52
IVd.10) MÉTODO DE SOXLEHT.	52
IVd.11) MÉTODO VOLUMÉTRICO.....	52
IVd.12) MÉTODO OFICIAL AOAC.	52
IVd.13) MÉTODO DEL FENOL SULFÚRICO.	52
IVd.14) MÉTODO DE LOERY.	52
V) SELECCIÓN DEL PROCESO DE RECUPERACIÓN.	53
Va) SECADO.....	53
Va.1) SECADOR DE BARRO.	53
Va.2) CONSUMO DE ENERGÍA.....	55
Va.3) PRUEBA Y CONSTRUCCIÓN DEL SECADOR DE BARRO.	55
Va.4) CONSUMO DE ENERGÍA.....	61
Vb) PROCESOS EN FRESCO.....	61
Vb.1) PREPARACIÓN DE LA FRUTA.....	61
Vb.2) SECADO DE PULPA, SEMILLA Y CASACARA.....	65
Vc) OTROS PROCESOS FACTIBLES	74
Vc.1) MATERIALES Y MÉTODOS.	74
Vc.2) PREPARACIÓN DE LA FRUTA	76
Vc.3) SECADO DE LA FRUTA.	77
Vc.4) ALMACENAJE.	77

Vd) ESTUDIO TÉCNICO E INGENIERÍA.....	78
Vd.1) ESTUDIO DE MERCADO.	78
Vd.2) ANÁLISIS DE LA DEMANDA.	78
Vd.3) CARACTERÍSTICAS DE LOS CONSUMIDORES.	79
Vd.4) SERIES ESTADÍSTICAS DE LA DEMANDA.	79
Vd.5) ANÁLISIS DE LA OFERTA.	82
Vd.6) EVOLUCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA OFERTA.....	83
Vd.7) OFERTA ACTUAL.	83
Ve) COMERCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO.	83
Ve.1) PRESENTACIÓN.....	83
Ve.2) SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN.	83
Ve.3) PRECIOS.	83
Ve.4) DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA.....	84
Ve.5) MANO DE OBRA.....	84
Ve.6) FINANCIEROS.....	84
Ve.7) LEGALES.	85
Ve.8) ADMINISTRATIVOS.	85
Ve.9) RESTRICTIVOS.	85
Ve.10) RESTRICCIONES TECNOLÓGICAS.....	86
Ve.11) CONTAMINACIÓN.....	86
Vf) LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA.....	86
Vf.1) MACROLOCALIZACIÓN.....	87
<i>Vf.1.1) ASPECTOS GEOGRAFICOS</i>	87
Vf.1.1a) LIMITES POLÍTICOS.	87
Vf.1.1b) EXTENSIÓN TERRITORIAL.	87
Vf.1.1c) HIDROGRAFÍA.	87
Vf.1.1d) CLIMA.	87
Vf.1.1e) ALTITUDES.	88
Vf.1.1f) LITORALES.	88
Vf.1.1g) FLORA.	89
Vf.1.1h) FAUNA.	89
Vf2) ASPECTOS SOCIECONOMICOS.....	89

VALORACIÓN DE LA YACA DE COMUNIDADES DE MICHOACÁN, PARA OBTENCIÓN DE HARINAS ENRIQUECIDAS EN PROYECTOS DE DESARROLLO SUSTENTABLE.

Vf2.1a) CENTROS DE POBLACION MÁS IMPORTANTES.	89
Vf2.1b) EDUCACIÓN.	89
Vf2.1c) SALUD PÚBLICA.	90
Vf2.1d) INFRAESTRUCTURA.	90
Vg) MICROLOCALIZACIÓN.	91
Vg.1) FACTORES CUANTITATIVOS.	91
Vg.1a) RAMAS DE ACTIVIDAD.	91
Vg.2) FACTORES CUALITATIVOS.	91
Vg.2a) ASPECTOS GEOGRÁFICOS.	92
Vg.2b) EXTENSIÓN TERRITORIAL.	92
Vg.2c) CARACTERÍSTICAS Y USO DE SUELO.	92
Vg.2d) HIDROGRAFÍA.	93
Vg.2e) OROGRAFÍA.	93
Vg.2f) CLIMA.	93
Vg.2g) LITORALES.	94
V.g.2h) FLORA.	94
Vg.2i) FAUNA.	94
Vh) ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.	94
Vh.3a) CENTROS DE POBLACIÓN MÁS IMPORTANTES.	94
Vh.3c) SALUD PÚBLICA.	95
Vh.3d) RAMAS DE ACTIVIDAD.	95
Vh.4) DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA.	98
Vi) ESTUDIO TECNICO E INGENIERÍA.	99
Vi.1) DISEÑO Y SELECCIÓN DEL EQUIPO.	103
Vi.1a) DISEÑO DE UN SECADOR DE BARRO PILOTO.	103
Vi.1b) SECADOR SOLAR ARTESANAL DE CONSTRUCCION PROPIA.	103
Vi.1c) BASCULA DE PLATAFORMA BP 200.	105
Vi.1d) MOLINO 1 HP.	107
Vi.1e) DESHIDRATADOR DE FRUTA.	108
VI) EVALUACIÓN ECONÓMICA- FINANCIERA DEL PROYECTO.	109
Via) DETERMINACIÓN DEL MONTO DE LAS INVERSIONES PARA HARINERA DE <i>ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS</i>	109

Vib) COSTOS.....	110
Vib.1) SALARIOS ADMINISTRACIÓN.....	111
Vib.2) SERVICIOS.....	111
Vib.2a) AGUA.....	111
Vib.2b) ENERGÍA ELÉCTRICA.....	111
Vib.2c) GASOLINA.....	112
Vib.3) COSTO DE LA MATERIA PRIMA.....	112
Vic) EL PRECIO DE VENTA /Kg.....	113
Vid) DETERMINACIÓN DE LA TIR DEL PROYECTO.....	113
Vie) DEPRECIACIÓN EN LÍNEA RECTA.....	114
Vif) FINANCIAMIENTO.....	114
Vig) VPN.....	115
VII) ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	115
COMPOSICIÓN DE <i>ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS</i>	115
VIII) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	118
IX) BIBLIOGRAFÍA:.....	120
X) ANEXOS.....	122
ANEXO X.I) PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE LA CALIDAD.....	122
X.Ia.1) DETERMINACION DE HUMEDAD.....	122
X.Ia.1.1) MÉTODO POR SECADO EN ESTUFA.....	122
X.Ib) DETERMINACION DE MINERALES.....	122
X.Ib.1) MÉTODO CENIZAS TOTALES (CALCINACIÓN).....	122
X.Ic) DETERMINACIÓN DE CLORUROS EN LAS CENIZAS MÉTODO DE MOHR.....	123
X.Id) DETERMINACIÓN DE FE EN LAS CENIZAS.....	123
X.Ie) DETERMINACIÓN DE CALCIO TITULACIÓN CON EDTA.....	124
X.If) EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LÍPIDOS (MÉTODO DE SOXHLET).....	124
X.Ig) DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PERÓXIDOS (MÉTODO VOLUMÉTRICO).....	125
X.Ih) PROTEÍNA CRUDA. “MÉTODO DE KJELDAHL” (Método Oficial AOAC 2001.11).....	125
X.Ih.1) DIGESTIÓN.....	125
X.Ih.2) DESTILACIÓN.....	126
X.Ii) CARBOHIDRATOS TOTALES.....	127

VALORACIÓN DE LA YACA DE COMUNIDADES DE MICHOACÁN, PARA OBTENCIÓN DE HARINAS ENRIQUECIDAS EN PROYECTOS DE DESARROLLO SUSTENTABLE.

X.II.1) MÉTODO DEL FENOL-SULFÚRICO	127
X.IF) ANÁLISIS DE POLISACARIDOS	128
X.IF.1) DETERMINACIÓN DE FIBRA DIETÉTICA. MÉTODO AOAC 985.29.....	128
X.IF.2) PREPARACIÓN DE MATERIAL:.....	128
X.IF.3) DETERMINACIÓN.....	129
X.IG) PECTINAS	131
X.IG.1) PRECIPITACIÓN CON ETANOL	131
X.IH) PREPARACIÓN DE SOLUCIONES.....	131
X.IH.1) REACTIVO DE HANUS.....	132
X.IH.2) REACTIVO DE DNS.....	132
X.IH.3) REACTIVO DE BIURET.....	132
X.IH.4) REACTIVO DE LOWRY.....	133
X.IH.4a) SOLUCIÓN LOWRY A.	133
X.IH.4b) SOLUCIÓN LOWRY B.	133
X.IH.5) REACTIVO DE FEHLING.....	134
X.IH.5a) REACTIVO A.....	134
X.IH.5b) REACTIVO B.....	134
X.IH.6) REACTIVO DE YODO (PARA DETERMINACIÓN COLORIMÉTRICA DE ALMIDÓN).....	134
X.IH.7) ORTOFENANTROLINA AL 1%.....	134
X.IH.8) BUFFER DE ACETATOS PARA DETERMINACIÓN DE FE.....	134
X.IH.9) ÁCIDO BÓRICO CON INDICADORES.	135
X.IH.10) REACTIVO COLORANTE AZUL BRILLANTE.	135
X.IH.11) SOLUCIÓN DE CARREZ I.	135
X.IH.12) SOLUCIÓN DE CARREZ II.	135
X.IH.13) SOLUCIÓN DE CLORURO DE SODIO ALCOHÓLICA.	135
X.II) COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS.....	136
Xb) ANEXO 2.- RESULTADOS DE ANÁLISIS REALIZADOS PARA LA ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS.....	137
Xc) ANEXO 3 TABLA DE LOS FACTORES PONDERADOS.....	140

A) GLOSARIO DE TERMINOS

Agua desionizada: Es aquella a la cual se le han quitado los cationes, como los de sodio, calcio, hierro, cobre entre otros, y aniones como el carbonato, fluoruro, cloruro, etc. mediante un proceso de intercambio iónico. El agua desionizada puede cambiar su pH con facilidad al ser almacenada, debido a que absorbe el CO₂ atmosférico. Éste, al disolverse, forma ácido carbónico, de ahí el aumento de la acidez, que puede ser eliminada hirviendo el agua.

Agente reductor: Compuestos capaces de reducir diversos agentes oxidantes. Por ejemplo, azúcares reductores tales como glucosa, fructosa y maltosa.

Agua de cristalización: Agua que se encuentra presente en un hidrato, en proporciones definidas.

A: Anualidad.

A: Área Superficial expuesta al secado.

A_b: Área de la superficie del cilindro.

A_i: Área Del cilindro interno.

APAARI: Asia- Pacific Association of Agricultural Research Institutions.

A_t: Área transversal normal a la dirección del flujo de calor.

A_T: Área del cilindro total.

A₀: Área del cilindro externo.

Azeótropo: Mezcla líquida cuyo punto de ebullición es constante. En el punto azeotrópico, la composición en el vapor es idéntica a la composición en el líquido.

b: Base.

Blanco: Solución que contiene todos los reactivos a las concentraciones apropiadas, menos la sustancia que se analiza. Es útil en particular en espectrofotometría para restar la absorbancia causada por las sustancias que no están en estudio.

Bomba calorimétrica: Se usa para determinar el poder calorífico de un combustible cuando se quema a volumen constante.

C: Costo de energía.

Calor específico (C): Es la cantidad de energía necesaria para aumentar en 1 °C la temperatura de 1 kg de material.

Celita: Es el nombre de una gama de productos, que forman la llamada Tierra diatomácea.

Coalescencia: Propiedad de las cosas de unirse o fundirse.

Coloide: Sustancia que al disgregarse en un líquido se divide en partículas de diámetro comprendido entre uno y cien milimicras aproximadamente, que se denominan micelas, y tienen como origen la agrupación de moléculas o iones.

Conductividad térmica (k): capacidad de un material para transferir calor. Y la conducción térmica es el fenómeno por el cual el calor se transporta de regiones de alta temperatura a regiones de baja temperatura dentro de un mismo material o entre diferentes cuerpos.

CRAterre: Centro de Investigación de Arquitectura en Tierra.

Crisol: Es un pequeño contenedor el cual posee una cavidad, la encargada de fundir o calcinar. El crisol de porcelana, al estar hecho de este material tiene la propiedad de resistir las altas temperaturas.

Curva Patrón: Se trata de una curva de referencia construida con cantidades conocidas de una sustancia que se utiliza para determinar la cantidad de esta sustancia presente en una muestra incógnita. En muchas determinaciones se cumple una relación proporcional entre la magnitud o intensidad de color que da una reacción y la cantidad del reactivo que la provoca.

C: Capital de trabajo.

Diatomácea o Diatomita. El material del que se compone la celita, está formado por los restos de los esqueletos de diminutas plantas denominadas Diatomeas. Se emplea como ayudante de filtración por su gran retención de partículas sólidas o semi - sólidas y a la vez de mantener un flujo adecuado en el líquido que se está filtrando.

Difusividad térmica (α): caracteriza la rapidez con la que varía la temperatura del material en un proceso térmico.

dT/dX : Gradiente de temperatura en la dirección X.

FE: Flujo de efectivo antes de impuestos.

FEN: Flujo de efectivo Neto.

H: Humedad.

h: Altura.

h_1 : Coeficiente convectivo del cilindro interno.

h_2 : Coeficiente convectivo del cilindro externo.

h_3 : Coeficiente convectivo del aislante.

i: Tasa de interés.

I de CF: Inversión de capital Fijo.

ICT: Inversión de capital total.

ISR: Tasa de impuesto sobre la renta.

k: Conductividad Térmica.

kW: Kilowatt.

k_2 : Conductividad térmica del aislante.

k_1 : Conductividad térmica del barro.

IU: Unidad internacional usada para vitaminas.

L: Longitud.

Ls: Kilogramos de sólido seco.

m.s.n.m: Metros sobre el nivel del mar.

n: Numero de resistencias.

P: Presión total del sistema.

P.M.R: Precio Medio rural.

Pw: Presión parcial de vapor de agua.

qr: Velocidad de transferencia de calor en dirección radial.

q_x/A : Flujo específico de calor.

R: Velocidad de secado.

r: Radio.

rc: Radio crítico.

ro: Radio exterior.

ri: Radio interior.

Rt: Resistencia térmica.

SST: Solidos Suspendidos Totales.

T: Temperatura ambiente.

Ti: Temperatura interior.

T_0 : Temperatura exterior.

t: tiempo.

Tir: Tasa interna de Retorno.

TREMA: Tasa de Retorno Mínima Requerida.

V: Voltio.

VPN: Valor Presente Neto.

W: Peso del solido húmedo.

Ws: Peso del solido seco.

X: Humedad libre.

Xc: Contenido crítico de la humedad libre.

Xprom: Humedad libre promedio.

Xt: Humedad en cada momento.

X*: Humedad al equilibrio.

OXKUTZCAB: región de Yucatán.

SIACON: Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta.

Yaca: Artocarpus Heterophyllus, árbol del pan, Jack Fruit.

VALORACIÓN DE LA YACA DE COMUNIDADES DE MICHOACÁN PARA LA OBTENCIÓN DE HARINAS ENRIQUECIDAS EN PROYECTOS DE DESARROLLO SUSTENTABLE.

RESUMEN

La yaca, *Artocarpus Heterophyllus Lam.*, *Moraceae* nativa de la India poco difundida en nuestro país conocida como Yaca, Pan de Pobre, Jackfruit. Es un árbol que siempre está verde, y es el que tiene el fruto colgante más grande del mundo considerado entre los de mayor producción de las especies frutales y amplio uso comestible, se puede consumir cocido o crudo, en estado inmaduro o maduro, respectivamente. Sus pesos promedios oscilan entre 2 y hasta de 8 kg. La yaca resulta ser un excelente complemento alimenticio para animales domésticos. La proporción del fruto en madurez fisiológica es de aproximadamente 59% de pulpa, 37% de cáscara y 4% de semillas, aunque el número de semillas varía significativamente de frutos de una planta a otra (3 a 40), siendo el peso de éstas alrededor de los 7 g. Los valores de SST, acidez y vitamina C difieren significativamente entre la madurez fisiológica, la madurez organoléptica y la sección del fruto analizada, resaltando el alto valor nutritivo de sus semillas [8]. En Michoacán se cuenta con plantas de yaca en Lombardía, Charapendo, Caracha, Tipitarillo y Gambara, entre otros. Se implementa este proyecto de desarrollo sustentable para el aprovechamiento de la yaca en las comunidades del estado, para coadyuvar a un incremento en el nivel de vida socioeconómico. La metodología consiste en seleccionar, clasificar, aplicar limpieza, lavado, pelado y cortado, despulpado, refinado, desaereado, pasteurizado, estabilizado, enfriamiento, envasado y almacenamiento. Con los resultados obtenidos se sugerirá el proceso óptimo para secar la pulpa, cascara y semilla, además de aplicaciones y recomendaciones pertinentes. Aprovechando la energía solar para secar la yaca haciendo uso de un deshidratador solar, secador, u horno de bajo costo, buscando conservar la fruta por tiempo prolongado para consumirla incluso fuera de temporada. La información obtenida sirve para sugerir el mejor uso a cada parte de la fruta.

SUMMARY

Jackfruit, jackfruit Lam., Native Indian Moraceae little known in our known as Yaca, Pan Poor, Jackfruit country. It is a tree that is always green, and which has the world considered among the highest production of fruit and comprehensive food use species can be eaten cooked or raw, immature or mature, respectively state's largest hanging fruit. Their average weights ranging from 2 up to 8 kg. The jackfruit is an excellent food supplement for pets. The proportion of the fruit at physiological maturity is about 59% pulp, 37% shell and 4% seed, although the number of seeds varies significantly from fruits of plant to plant (3 to 40), the weight of these about 7 g. SST values, acidity and vitamin C differ significantly between physiological maturity, maturity and organoleptic section of the fruit analyzed, highlighting the high nutritional value of its seeds [8]. Michoacan is jackfruit has plants in Lombardy, Charapendo, Caracha, Tipitarillo and Gambara, among others. This sustainable development project for the use of jackfruit in communities across the state is implemented, to contribute to an increase in the level of socio-economic life. The methodology is to select, sort, apply cleaning, washing, peeling and cutting, pulped, refined, desaereado, pasteurized, stabilized, cooling, packaging and storage. With the results suggest the optimal process for drying the pulp, peel and seeds, as well as applications and recommendations. Using solar energy to dry the jackfruit by using a solar dehydrator, dryer, low-cost, seeking preserve the fruit for a long time to consume even out of season. The information obtained serves to suggest the best use of every part of the fruit.

Palabras Clave: *Artocarpus Heterophyllus* Lam.; fruta; Moraceae; nutrición; sustentable.

I) ANTECEDENTES

Informes Históricos sugieren que el árbol de la yaca se originó en las selvas de los Ghats occidentales en la parte sudoeste de la India. Sin embargo al paso del tiempo los árboles se han introducido a otras partes de la India y otros países del mundo.

Actualmente la yaca se encuentra creciendo en países como Brasil, Estados Unidos, Australia, Puerto Rico, África, México etc. Debido a que es una fruta refrescante y muy nutritiva.



IMG. 1: Origen y distribución del árbol *Artocarpus Heterophyllus* alrededor del mundo.

Fuente:

(<http://www.tlahui.com/medic/medic27/yaca.htm>).

En México, según informa la Sagarpa en su portal de internet, en 2002 la familia Quiñones inició un proyecto para comercializar el fruto fresco de *Artocarpus Heterophyllus* en el ejido El Llano, municipio de San Blas, Nayarit.

En 2006 la familia constituyó la empresa rural Jack Fruit Quiñones, que hoy cultiva 9 hectáreas y tiene un centro de acopio que beneficia a unos 150 productores de la zona, y una procesadora que produce entre otros: almíbar, mermelada, néctar y pulpa que vende en destinos turísticos.

OXKUTZCAB (comunidad del estado de Tepic). Los agricultores de la región promueven el cultivo de *Artocarpus Heterophyllus*, mundialmente famosa con el

nombre de árbol del pan, ante la creciente demanda de la fruta, de sabor muy dulce, donde hay cultivos de yaca desde 2004.

En esta comisaría, Julián Aké Santoyo, quien trajo la planta de Chichmilá, tiene unas 2,000 plantitas listas para vender, en tanto el comisario Santos Porfirio Gamboa Uc tiene una hectárea con 120 plantas. Además hay 100 plantas en los lotes agrícolas del CBTA 118.

La superficie establecida de yaca en México ha crecido significativamente de 16.5 ha en 2002 a 797 ha en 2011, con un rendimiento aproximado de 15.5 ton ha^{-1} y valor de la producción de 4.5 millones de dólares. En este contexto, Nayarit es el principal productor al concentrar 80% de la superficie nacional (SIACON-SAGARPA, 2012).

De los árboles de esta especie se aprovecha prácticamente todo; del tronco y las ramas, se obtiene madera; las hojas se usan como forraje de ganado y para cocinar; las semillas secas se utilizan en dulces o hervidas como aperitivo; los frutos se consumen en fresco, cocinados o procesados en jugo, helados o rodajas fritas (Love y Paull, 2011). También se reportan beneficios nutraceuticos, todo lo que son las hojas y la corteza se utilizan para tratar anemia, asma, dermatosis, diarrea y catarro (Balbach y Boarim, 1992).

Los frutos tienen diversos compuestos, como carotenoides, flavonoides, taninos, esteroides, entre otros, que le confieren propiedades anti cancerígenas, además de que alivia úlceras e indigestión. Las hojuelas de frutos maduros tienen 0.8% de minerales, 30 IU de vitamina A y $0.25 \text{ mg}100 \text{ g}^{-1}$ de tiamina y valor energético alto pues se ha calculado que la pulpa provee energía de hasta 2 MJ kg^{-1} en peso húmedo (APAARI, 2012; Ahmed y Labavitch, 1980).

Superficie sembrada y cosechada, rendimiento, producción, precio medio rural y valor de la producción por organismo de cuenca y distrito. Año 2008/09						
Yaca (Panapén/Árbol del pan) Fuente: SIACON-SAGARPA						
ORGANISMO DE CUENCA	DISTRITO	SUPERFICIE (Ha)	REND. (Ton/Ha)	PRODUCCIÓN (Ton)	P.M.R (\$/Ton)	VALOR DE LA COSECHA (Miles \$)
SEMBRADA			COSECHADA			
TOTAL GRL.		21	14.00	294	2250	661.5
VIII LERMA-SANTIAGO-PACÍFICO		21	14.00	294	2250	661..5
TOMATLAN, JAL.		21	14.00	294	2250	661..5

Agua Linda, es una pequeña población de la parte baja de la Sierra Norte del estado, ubicada a una media hora de Apapantilla, principal junta auxiliar donde actualmente se encuentran los poderes del municipio de Jalpan y es habitada por unas mil personas dedicadas a las labores agrícolas principalmente.

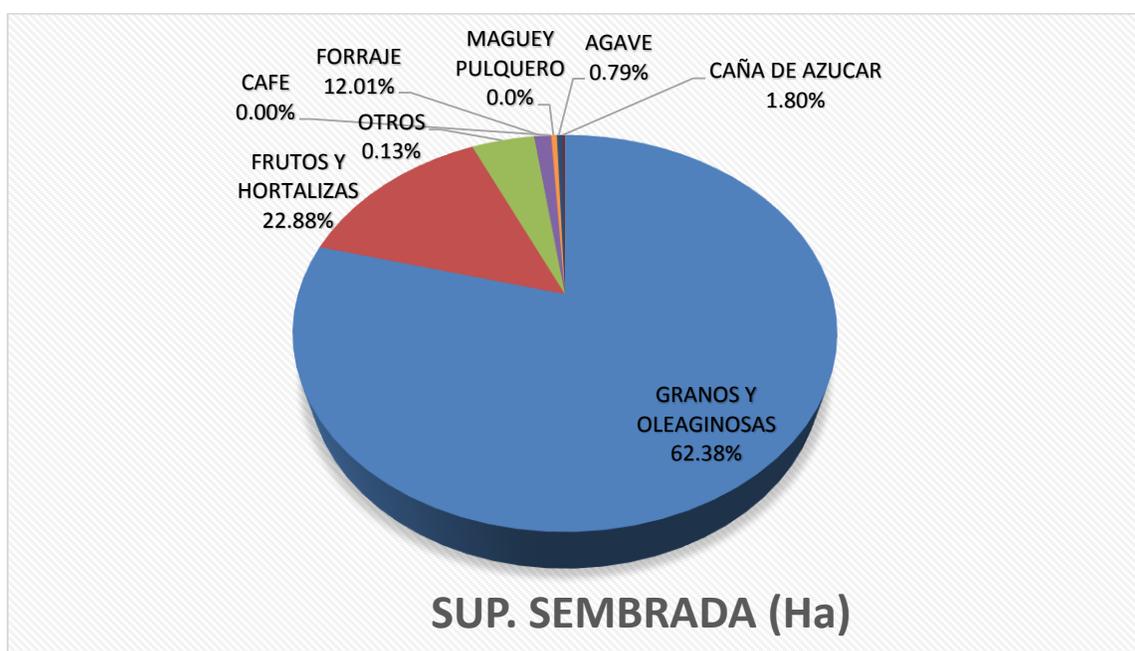
Desde hace ocho años Carlos Rodríguez Osorio empezó a operar un novedoso proyecto: la siembra y comercialización de *Artocarpus Heterophyllus*, cuyo consumo es recomendado para prevenir y combatir algunas enfermedades como la migraña y anemia, también se utiliza para preparar exquisitos jugos, y dada la abundancia con la que se reproduce puede ser una alternativa agrícola para la región.

El campesino tiene actualmente una plantación de cinco hectáreas, con una producción de cuatro toneladas por año, cada fruta pesa de cuatro a 20 kilogramos. Actualmente se comercializa a 20 pesos el kilogramo, su cultivo no necesita ningún tipo de abono, pero sí mucha agua, pues se tiene que regar cada ocho días y el árbol tarda tres años para empezar a dar frutos y cada una de ellas requiere de 95 días para madurar.

En la península de Yucatán fue introducida en 1994 por Anthony Pham originario de Vietnam, inicialmente con la idea de establecer una huerta de cinco hectáreas y

conocer el comportamiento de la fruta en el norte del estado de Quintana Roo, que en la actualidad es el segundo productor en el país.

El estado de Michoacán ocupa el tercer lugar con mayor superficie destinada a cultivos alimenticios, de 1, 065,272.00 Ha de los 12 estados de interés y es el segundo en mayor superficie destinada a cultivos hortofrutícolas, con 245,145.22 Ha, tiene 116 especies diferentes. De los estados analizados, el estado de Michoacán se coloca como la entidad con mayor diversidad en variedades o cultivares.



IMG. 2: Superficie sembrada (Ha) en el estado de Michoacán. 2007.
Fuente: SAGARPA. SIAP 2008. Anuario estadístico Agrícola.

Principales cultivos hortofrutícolas según superficie sembrada en el estado de Michoacán en 2007.

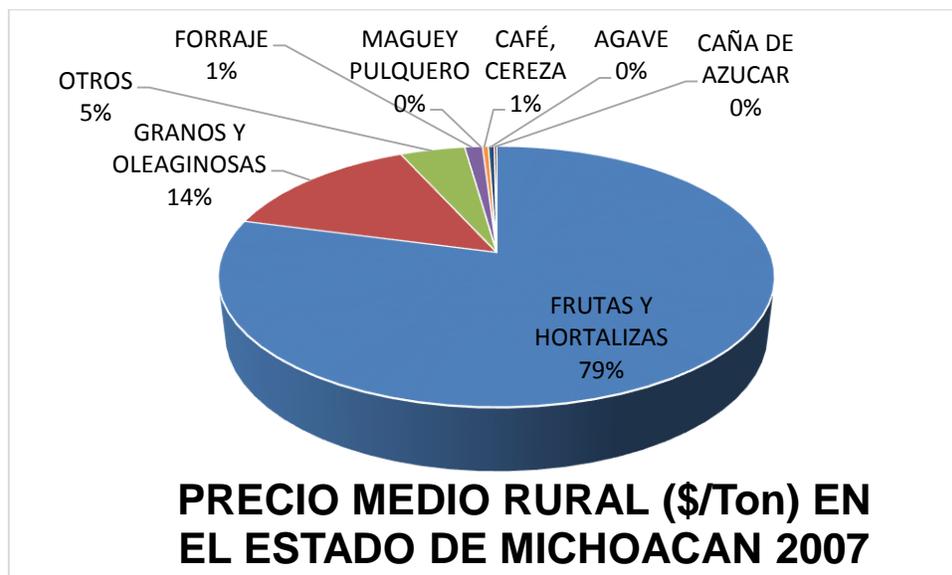
VALORACIÓN DE LA YACA DE COMUNIDADES DE MICHOACÁN, PARA OBTENCIÓN DE HARINAS ENRIQUECIDAS EN PROYECTOS DE DESARROLLO SUSTENTABLE.

NÚMERO CONSECUTIVO	CULTIVO	SUPERFICIE SEMBRADA EN Ha
1	AGUACATE	98462.74
2	LIMON	36966.56
3	MANGO	24052.28
4	GUAYABA	9296.59
5	DURAZNO	7362.75
6	TOMATE ROJO	6489
7	EBO (JANAMARGO O VEZA)	6353
8	PEPINO	4751
9	CEBOLLA	4328.5
10	TORONJA (POMELO)	4221.45
11	PLATANO	3638
12	CHILE VERDE	3499.25
13	COCO (FRUTA)	3320.5
14	FRESA	3173.55
15	ZARZAMORA	3063.95

Tabla #2:
Principales cultivos hortofrutícolas sembrados en Michoacán 2007.

Fuente: SAGARPA. SIAP 2008. Anuario estadístico Agrícola.

El precio medio rural (\$/Ha) que representa mayor valor para el estado corresponde a frutas y hortalizas con un 79.38 %.



IMG. 3: Precio Medio Rural (\$/Ton) en el estado de Michoacán 2007.

Fuente: SAGARPA. SIAP 2008. Anuario estadístico Agrícola.

PRODUCCION AGRICOLA.

Ciclo: Cíclicos y Perennes 2013, Modalidad: Riego + Temporal

Cultivo	Superficie	Superficie	Producción	Rendimiento	PMR	Valor Producción
Jaca (Jackfruit)	Sembrada (Ha)	Cosechada (Ha)	(Ton)	(Ton/Ha)	(\$/Ton)	(Miles de \$)
162	962.23	849.73	14118.92	16.62	7,320.48	103,357.33

Tabla #3: Producción agrícola de *Artocarpus Heterophyllus* 2013.

Fuente: (<http://www.sian.oob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>).

En Michoacán no se tienen estudios todavía para contabilizar cuantas hectáreas se dedican a la producción de *Artocarpus Heterophyllus*. Pero en el trabajo de campo realizado, verificamos que en las regiones de Caracha, Charapendo, Nueva Italia, Gambara, Lázaro Cárdenas, entre otros, se estima que se siembra de ¼ hasta 1 hectárea en promedio en las comunidades, lo cual resulta atractivo para este proyecto de investigación, para promover el aprovechamiento y su cultivo.

Las necesidades alimenticias para una creciente población en nuestro país demandaran la mayor cantidad de proteínas, vitaminas y carbohidratos principalmente de tres especies maíz, arroz y trigo; pero sin duda se buscan especies alternativas como lo es la *Artocarpus Heterophyllus* para satisfacer las futuras demandas ya que se puede utilizar el endocarpio, mesocarpio y epicarpio.

El desafío mundial será un mundo dependiente del trigo, donde el 72% es destinado para consumo humano, 10% utilizado como semilla y el 18% a la alimentación animal [14].

El consumo humano de esta fruta, se puede realizar directamente pero la mayoría de la población no la conoce y no la ha probado, por lo que requiere un proceso previo de transformación a harina enriquecida con vitaminas y minerales satisfaciendo las necesidades del ser humano además de cambiar su concepto que tienen sobre el sabor de la *Artocarpus Heterophyllus*.

II) INTRODUCCIÓN

Debido al desarrollo constante de algunos países y el empobrecimiento de la gran mayoría, el desarrollo sustentable se hace cada vez más necesario en la actualidad. Las pequeñas y medianas empresas hacen un gran esfuerzo por reducir sus costos de producción e incrementar sus utilidades y poder competir con las grandes empresas, a diferencia de algunas otras que buscan contribuir a mejores niveles de bienestar, otras lo hacen para tratar de ser más competitivos, respetando la normatividad vigente en aras de cumplir con los principios básicos de la sustentabilidad; donde, las tasas de explotación deben ser iguales a las tasas de regeneración; la aplicación de sistemas de tratamiento de los efluentes en el caso de las sustancias contaminantes.

El concepto sustentable suele utilizarse como sinónimo de sostenible en el ámbito de la ecología. Dónde un proceso sustentable o sostenible es aquel que se puede mantener en el tiempo por sí mismo, sin ayuda exterior y sin que se produzca la escasez de los recursos existentes. Fuente: (<http://definicion.de/sustentable/>).

El desarrollo sustentable, por lo tanto, permite satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras como lo dice Brundtland 1987.

Los responsables del sostenimiento de los recursos naturales y promotores de la economía deben llevar a cabo un gran esfuerzo para sensibilizar a las empresas para la preservación de la naturaleza y el desarrollo regional ya que se generan empleo, ingreso, consumo y sobre todo equilibrio entre los agentes de la producción y el medio ambiente. Es por ello que en la actualidad se pretende dinamizar el Desarrollo Regional Sustentable y que tiene fundamento en las siguientes premisas:

- Educación ambiental en las regiones o comunidades que cuentan con recursos naturales que puedan aprovecharse sin agotarlos, para beneficio local.
- Sustentabilidad Ambiental que se refiere a preservar y enriquecer el ecosistema local y global. Esto para garantizar beneficio a las generaciones futuras.
- Sustentabilidad Social se enfoca a la búsqueda de una mejor calidad de vida de la población (que mejore el ingreso, la salud, el empleo, la educación, el bienestar de la región en general).
- Sustentabilidad Económica se refiere a la creación de negocios generando beneficios económicos para los propietarios de los recursos naturales y se genere un desarrollo con procesos sustentables (de respeto al medio ambiente y preservando el recurso natural), así como agua, energía, etc.

La evaluación de la *Artocarpus Heterophyllus*, recurso natural que no se ha considerado para su aprovechamiento, puede beneficiar a comunidades del estado de Michoacán, que cuentan con árboles de este fruto denominado yaca que es una fruta que proviene de un árbol llamado árbol de pan o árbol de Jackfruit, originario de Tahití y llegó a las Antillas americanas. Desembarcó 333 arbolitos en la isla de San Vicente y 348, en Jamaica entre 1787 y 1793.

Este árbol puede alcanzar alturas de 9 a 21 m de altura, su tronco es recto de corteza lisa y sus hojas son de 25 x 12 cm aproximadamente. Se recomienda que cuando se cultiva el árbol de Jack se tome en cuenta ciertas características del lugar, es decir, que tenga una temperatura que oscile entre los 15 y 37°C, que tenga mucha humedad, que posea un suelo fértil y bien drenado.

Se tienen antecedentes que el árbol de pan (yaca) puede dar hasta 700 frutos al año, según la variedad, la edad y el hábitat. Regularmente se estima que el árbol puede

producir de 150 y 200 frutos. Este fruto se da en las zonas de la costa (ciudad de Lázaro Cárdenas, La mira, Coahuayana) y en algunas regiones de tierra caliente (Charapendo, Caracha) en el estado de Michoacán y se cosecha regularmente en casi todos los meses del año, ya sea de enero a marzo, julio a septiembre y de mayo a noviembre [13].

Físicamente la yaca puede llegar a pesar de entre los 4 a los 20 kilos. Su tamaño es de aproximadamente 44 cm de largo y 73 cm de grosor (algunas miden de 15 a 30 cm) y originalmente es de color entre amarillo y verde de aspecto leñoso y de protuberancias agudas y en su interior es de color amarillo con semillas, bulbos (gajos) y látex (goma).

Se estima que el 42% son semillas y el 58% es fibra. La semilla pesa 8.5 g y se considera que el 80% es nuez comestible, y el 20% cascara leñosa. Esta fruta es muy nutritiva, ya que contiene: hidratos de carbono (más o menos 20 y 37%), proteínas, vitamina B1, hierro, niacina, ácido ascórbico y ácido fólico. También tiene sidelfanil, que se le considera el ingrediente principal del viagra para las personas que tienen impotencia sexual.

Algunos usos que se le han dado a la yaca y sus componentes son: en la medicina tradicional (antiasmático, anti diarreico, diabetes, conjuntivitis, eliminación de verrugas); como alimento (en recetas de cocina, cocteles, licuados, jugos); como cemento o pegamento en las casas (al látex de goma). El follaje sirve como forraje para el ganado y como planta ornamental.

El desarrollo sustentable requiere entonces, manejar los recursos naturales, humanos, sociales, económicos y tecnológicos, con el fin de alcanzar una mejor calidad de vida para la población y, al mismo tiempo, velar porque los patrones de consumo actual no afecten el bienestar de las generaciones futuras.

Desde un enfoque de Desarrollo regional o local sostenible, que no sólo tendría que contemplar el objetivo primario de asegurar un nivel aceptable de bienestar a la población de la región que pueda sostenerse en el futuro, sino también el objetivo de superar el conflicto con el desarrollo sostenible a nivel supra-regional. (Bergh y Nijkamp) 1994, (como las alteraciones debidas al cambio climático, que disminuyen sistemáticamente la capacidad de carga del sistema particular.

Ila) OBJETIVOS

Ila.1) OBJETIVO GENERAL

La determinación de las características FisicoQuímicas de la yaca (*Artocarpus Heterophyllus*) para su máximo aprovechamiento de toda la fruta, mediante operaciones unitarias como el secado y la valoración de la factibilidad de una planta procesadora para darle valor agregado a este recurso natural.

Ila.2) OBJETIVOS PARTICULARES

1.- Con la caracterización de la yaca, y conociendo sus propiedades, aportar recomendaciones para su aprovechamiento de manera sustentable e incentivar la recuperación de este recurso natural, con secadores de bajo costo y colocarlos al alcance de los miembros de la comunidad para fomentar la recuperación de este recurso natural y puedan consumirlo por tiempos más prolongados.

2.- Diseñar y construir un secador de bajo costo que permita promover el autoempleo para aprovechar íntegramente el recurso natural con que cuentan las comunidades.

3.- Hacer un diagnóstico de las comunidades de Michoacán que cuentan con este recurso natural, para valorar la oferta existente y para ver la factibilidad de instalación de una planta procesadora de harinas de yaca y los derivados del proceso.

4.- Contemplar la aplicación de valor agregado para obtener harinas enriquecidas de la *Artocarpus Heterophyllus*, la cáscara y la semilla aprovecharlas como materia prima en la fabricación de harina de consumo humano y alimentos balanceados para animales.

IIb) JUSTIFICACIÓN

Este proyecto de investigación se justifica porque se pretende valorar un recurso natural que no está siendo ampliamente aprovechado en la actualidad; como es el caso de Harinas y otros productos, a pesar de tener un gran potencial de innumerables aplicaciones, por lo que una vez valorado proponer alternativas de aprovechamiento y pueda ser útil para las comunidades del estado de Michoacán que cuentan o que tiene arboles de *Artocarpus Heterophyllus*, que se pueden generar proyectos de desarrollo sustentable para beneficios económicos de las comunidades; con esta aportación también podremos estar en condiciones de sugerir procesos para su cabal aprovechamiento y contribuir así, al desarrollo regional sustentable.

IIb.1) ANÁLISIS FODA.

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ol style="list-style-type: none"> 1. Se cuenta con disponibilidad de materia prima, energéticos y mano de obra de calificada. 2. Se cuenta con la experiencia de plantas en operación en el campo de producción de harinas y aceites. 3. Existe creatividad e iniciativas de innovación en el recurso humano. 4. México cuenta con una estabilidad establecida en la tendencia al precio internacional del trigo que cotiza en dólares. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pocas plantaciones de Artocarpus Heterophyllus comerciales. 2. Escaso financiamiento. 3. No, se ha incorporado a la cadena productiva. 4. Equipo de proceso. 5. Desaprovechamiento de las plantas con que se cuenta.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Expansión del mercado. 2. Venta de harina diversificada a empresas que actualmente importan. 3. Diversificación del producto y aprovechamiento del mismo. 4. Debido a las tendencias por una conciencia de producir productos sustentables, hay cada día mayor apoyo hacia los productos orgánicos que son el principal insumo para tener una buena salud y alimentación. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. La situación actual de inseguridad en el país. 2. Inestabilidad financiera del país. 3. Inestabilidad en el precio de energéticos. 4. Inconsistencia política.

Tabla #4: Análisis FODA realizado para facilitar la toma de decisión sobre la instalación de la fábrica de harina de Artocarpus Heterophyllus en México. Fuente: Elaboración propia.

IIC) HIPÓTESIS

Con la caracterización conoceremos las propiedades específicas de la *Artocarpus Heterophyllus*, de la región y los parámetros técnicos para su procesamiento y el aprovechamiento íntegro de este recurso natural; contribuyendo a promover proyectos de desarrollo sustentable, autoempleo y generación de beneficios adicionales para los productores.

III) MARCO TEÓRICO

Los economistas clásicos como David Ricardo solo les preocupaban los efectos del ingreso y como consecuencia baja productividad en la tierra y baja en fertilidad de la misma reduciendo la cantidad disponible cada estación para el cultivo. Otros como Malthus observaba los obstáculos que la naturaleza le imponía al hombre, viendo solo las estrategias para contrarrestar las condiciones climáticas reinantes en aras de mejorar la economía, sin importar el daño que se le podía infringir. Señalando que pudiera llegarse el momento de no poder satisfacer la demanda de productos agrícolas de consumo primario, por la sobreexplotación y la vertiginosa tasa de sobrepoblación mundial.

A diferencia Pigou que fue uno de los primeros que analizó el deterioro de la naturaleza en el desarrollo capitalista y el abuso sobre los recursos naturales.

El crecimiento poblacional, la deficiencia del nivel de empleo, la escasez de ingreso en las familias, aunado con el desarrollo industrial no solo explota de manera irracional los bosques, selvas, montañas y aguas, sino que aparece también otro tipo de fenómeno contaminante como la contaminación del aire y las aguas marinas así como los mantos acuíferos por la gran cantidad de desechos de todo tipo y en la actualidad se suman hasta desechos radioactivos, químicos y orgánicos de hospitales.

Los sistemas capitalistas reinantes en este mundo globalizado han ido colocando a la humanidad y al planeta mismo en condiciones difíciles, en donde ya se observan y se viven desastres ambientales en todas las regiones de la tierra, por ese desorden de respeto al medio ambiente; así como el contar con recursos naturales que no están siendo aprovechados adecuadamente.

De esta manera surge la preocupación de crecer de forma equilibrada dando paso al desarrollo del concepto de desarrollo sustentable. Se trata no solo de ver el

desarrollo con visión netamente capitalista, sino con base en el diseño y creación de nuevas necesidades, contra una nueva forma de lograr niveles de bienestar sin sacrificar los recursos naturales.

La concepción de “desarrollo sustentable” aparece por primera vez en la Declaración de Estocolmo (1972, Principio 2) significando que es un “proceso por el cual se preservan los recursos naturales en beneficio de las generaciones presentes y futuras”. Desde la Declaración de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible (2002) se entiende a éste como el Proceso mediante el cual se satisfacen las necesidades económicas, sociales, de diversidad cultural y de un medio ambiente sano de la actual generación, sin poner en riesgo la satisfacción de las mismas y a las generaciones futuras.

El Informe Brundtland (1987). Documento presentado ante la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1987 cuyo objetivo es: reexaminar cuestiones críticas relacionadas con el medio ambiente y formular propuestas de cooperación internacional capaces de orientar la política y los acontecimientos hacia la realización de cambios necesarios, aumentar los niveles de concienciación y compromiso de los individuos, las organizaciones de voluntarios, las empresas, las instituciones y los gobiernos para avanzar hacia un desarrollo sostenible .

Antonio Vázquez, señala que "Se puede definir el desarrollo económico local como un proceso de crecimiento y cambio estructural que mediante la utilización del potencial de desarrollo existente en el territorio, conduce a la mejora del bienestar de la población de una localidad o una región" (Vázquez, 2000). Lo cual implica una descentralización y políticas para el desarrollo regional.

Partiendo del enfoque de la provisión de bienes públicos, se puede decir que en éste tipo de descentralización no incluye decisiones sobre la provisión, como lo afirma Ivan Finot "En el caso de una descentralización operativa (administrativa) también

existen decisiones pero no sobre provisión –en su sentido estricto- sino sobre operación de la provisión" (Finot, 2001).

Debido a que la idea de la descentralización contempla que el desarrollo local emerja desde el interior de las comunidades para que se organicen y aprovechen los recursos naturales con los que cuentan, pero con apoyo de los gobiernos u organismos oficiales que asesoren y le den seguimiento a que dichos procesos de desarrollo se puedan cristalizar. Estableciendo políticas de carácter macroeconómicas y regionales que coadyuven. Ya que la descentralización en pro del desarrollo regional es una inversión que genera beneficios a largo plazo, en tanto que las políticas macroeconómicas son generalmente empleadas esperando resultados en un corto plazo.

Estudios previos del barro de centros de investigación internacionales como el Centro de Investigación de Arquitectura en Tierra (CRAterre), Francia, a cargo del Arq. Hubert Guillaud, o el Instituto de Investigación de construcciones Experimentales de la Universidad de Kassel, Alemania, dirigido por el Profesor Gernot Minke, (1999), muestran características muy importantes como la Conductividad Térmica y el Calor Específico de este recurso natural con el que cuenta nuestra región, abundante y que utilizamos en este proyecto.

Por ejemplo el del ladrillo ($0,65 - 0,79 \text{ W/m.K}$) y para darnos una idea podemos compararlo con el agua que tiene una conductividad térmica de $0,58 \text{ W/m.K}$., lo que nos muestra la capacidad de refractario con la que cuenta. En lo que hace al calor específico el valor adoptado fue de $0,84 \text{ KJ/Kg.K}$ para el barro cocido, y este valor surge básicamente de lo establecido por CRAterre.

COMPARACIÓN DE PROPIEDADES TÉRMICAS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y AISLANTES

Material	Densidad(kg/m ³)	Calor específico(J/(kg·K))	Conductividad térmica(W/(m·K))	Difusividad térmica (m ² /s) (x10 ⁻⁶)
Ladrillo	1700	837	0,658	0,462
Agua	1000	4186	0,58	0,139

Tabla #4: Comparación de las propiedades térmicas entre ladrillo y agua, observando la diferencia entre el Ladrillo (Aislante) y agua.
Fuente: (CRATERRE).

IV) METODOLOGÍA

La harina de *Artocarpus Heterophyllus* tiene que cumplir con los estándares de calidad que demande nuestros clientes. Y para dar a conocer nuestro producto tenemos que contar con el apoyo publicitario y promocional. La metodología consiste en contar primero con las características generales del fruto del árbol de pan, para posteriormente caracterizar los frutos de las regiones del estado de Michoacán, realizar el estudio Técnico y de Ingeniería, partiendo del análisis de mercado, la localización de la planta, diseño y selección del equipo requerido para su procesamiento y finalmente el análisis económico-financiero para valorar la factibilidad del proyecto. Por lo que empezaremos por:

IVa) CARACTERÍSTICAS DE ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS.

Lo que se conoce de las características fisicoquímicas del fruto son las siguientes, entre otros:

Variables	Localidad		
	Cata	Ocumare	Cumboto
Largo (cm)	14,4 a	13,2 a	13,5 a
Diámetro (cm)	11,7 a	9,9 b	11,1 a
Peso fruto (g)	732,3 a	463,0 b	710,9 a
Peso endocarpio (g)	68,7 a	39,8 b	61,7 a
Peso mesocarpio (g)	142,2 a	74,9 b	115,1 a
Peso epicarpio (g)	177,2 a	130,3 b	164,5 a

Tabla #5: Características físicas del fruto. Fuente (Bioagro 23(1): 51-56. 2011.

En las regiones del estado de Michoacán la *Artocarpus Heterophyllus* se caracteriza por:

Tabla #6: Características físicas del fruto.

Fuente de elaboración propia.

	Localidad				
	Charapendo	Caracha	Lombardía	Gambara	Uruapan
Largo (cm)	30-60	30-55	30-70	30-55	25-42
Diámetro (cm)	20-25	15-20	28-35	20-25	15-20
Peso fruto (kg)	12-25	8-18	12-30	12-25	8-15
Peso endocarpio (kg)	1-2	0.5-1	1-3	1-2	0.5-1
Peso mesocarpio (kg)	4-7	2-5	5-9	3-6	2-4
Peso epicarpio (kg)	5-15	5-12	6-18	5-12	2-9

Y una vez conocidas las características generales de la fruta del árbol de pan proceder a:

- 1.- Caracterizar la harina de la yaca seca y conocer sus propiedades fisicoquímicas para estar en condiciones de sugerir posibles aplicaciones.
- 2.- Seleccionar la aplicación de la yaca más conveniente para diversas aplicaciones en productos útiles al mercado de consumo.
- 4.- Aportar información y beneficios para las comunidades del estado de Michoacán que cuentan con este recurso y fomentar su aprovechamiento.
- 5.- Extraer aceite de la semilla de la yaca y caracterizarlo para observar sus propiedades fisicoquímicas y darle la mejor aplicación para su aprovechamiento.

IVb) MATERIALES Y MÉTODOS

Utilizar el método de secado para fabricar harina con la pulpa y cascara de la *Artocarpus Heterophyllus* para alimentar a animales y ser humano u darle otras aplicaciones. Después, comparar entre el horno piloto y el secador artesanal para evaluar sus eficiencias y costos, para determinar cuál es el proceso más conveniente.

IVb.1) MATERIAL Y REACTIVOS.

TABLA α MATERIALES.

Artocarpus Heterophyllus
Embudo
Malla filtrante
Prensa
Cuchillo
Equipo de Centrifugación
Secador
Parrilla y barra de agitación
Bolsas de celofán

Fuente: elaboración Propia

TABLA β REACTIVOS

Pulpa de la yaca
Benceno
Agua destilada
Tenso activos

Fuente: elaboración Propia.

IVb.2) MÉTODO DE ESTRUJAMIENTO.

1.- Partir la yaca en forma horizontal con un cuchillo ligeramente rociado de aceite.

2.- Sacar el centro.

3.- Sacar las semillas y los gajos.

4.- Usar la cascara de la yaca para la preparación de la harina.

5.- Prensar la pulpa.

6.- Después se aplican diversos métodos de tratamiento de harinas, esto con la finalidad de que la harina adquiera varias propiedades según el producto que se quiera obtener. A continuación se describen algunos procesos:

IVb.3) INMERSIÓN.

1.- Se precalientan moldes limpios del producto que se quiere.

2.- Se sumergen los moldes lentamente en la pulpa.

3.- Se retiran los moldes a una velocidad lenta.

4.- Se hace inmersión de los moldes en aproximadamente 3 minutos de 60-70°C antes del secado.

5.- Los moldes calientes recubiertos con la pulpa son entonces sumergidos en el coagulante (solución de nitrato de calcio al 20% en metanol o de ácido acético) y retirados lentamente.

6.- Se deja evaporar el solvente del coagulante antes de la segunda inmersión de los moldes.

7.- Se deja por aproximadamente 60 segundos en el látex.

8.- Se retiran los moldes lentamente, invertidos y secados por alrededor de 20 minutos de 60 a 70°C.

9.- Se repite la inmersión del coagulante tal como en el punto 5.

10.- Se repite la inmersión en la pulpa como en los puntos 6, 7 y 8.

11.- Si al producto se le realiza un enrollado de su extremo, se debe hacer sobre la pulpa parcialmente sellada, y entonces se completa el secado en 10 minutos (de 60 a 70°C).

12.- Los artículos en los moldes se sumergen en agua (preferentemente caliente) antes del desmolde para facilitar la operación.

13.- Los artículos son lixiviados por aproximadamente 20 horas en agua fría conteniendo 0.2% de tenso-activos para remover alguna traza de coagulante o impurezas.

14.- Se secan los artículos de 60 a 70°C hasta volverse transparentes. Esto puede llevar aproximadamente 24 horas.

15.- Se realiza una inmersión en un baño clorado de una concentración de 168 ppm de cloro de entre tres a cuatro minutos.

16.- Se lava minuciosamente con agua antes de volver al horno de secado por

unos diez minutos de 60 a 70°C. También se puede lograr mediante un baño de una emulsión diluida de silicona.

IVb.4) SECADO.

El secado de los materiales constituye a menudo la operación final de un proceso de fabricación, llevándose a cabo inmediatamente antes del envasado o la expedición.

Los procesos de secado implican la eliminación de agua por evaporación y la eficacia de un proceso de secado radica en la eficiente utilización de calor.

La humedad puede encontrarse presente en dos formas:

Humedad ligada. Es la humedad mínima del sólido necesaria para que deje de comportarse como higroscópico.

Humedad libre. Es la humedad que puede perder el sólido después de un tiempo de contacto con el aire en las condiciones dadas y constantes.

A continuación se describen algunos de los conceptos más importantes para el sistema aire- agua.

Humedad. Masa de agua transportada por la unidad de masa de aire seco.

$$\frac{\text{kmoles de vapor de agua}}{\text{kmoles de aire seco}} = \frac{P_w}{(P - p_w)} \quad (1)$$

$$H = \frac{18P_w}{29(P - P_w)} \quad (2)$$

Humedad del aire saturado. Es la humedad del aire cuando está saturado con vapor de agua. El aire está en equilibrio con el agua a una temperatura y presión dadas.

Humedad porcentual.

$$H = \frac{\text{Humedad del aire}}{\text{Humedad del aire saturado}} \times 100 = \frac{H \times 100}{H_0} \quad (3)$$

Humedad relativa (porcentaje).

$$\frac{\text{Presion parcial del vapor de agua en el aire}}{\text{Presion de vapor del agu a la misma temperatura}} \times 100 \quad (4)$$

Volumen húmedo. Volumen ocupado por la unidad de masa de aire seco y el vapor asociado. A presión atmosférica es igual a:

$$\frac{22.4}{29} \left(\frac{T}{273} \right) + \frac{22.4H}{18} \left(\frac{T}{273} \right) \frac{m^3}{kg}, \text{ expresandose } T \text{ en grados kelvin} \quad (5)$$

Volumen saturado. Volumen de la unidad de masa de aire seco junto con el vapor de agua requerido para saturarlo.

Calor húmedo. Calor requerido para elevar la temperatura de la unidad de masa de aire seco y el vapor asociado en 1 grado C a presión constante.

Punto de roció. Temperatura a la que empezará la condensación cuando se enfría el aire.

Temperatura de bulbo húmedo. Es la temperatura que se mide con un termómetro donde el bulbo tiene envuelto un paño de algodón empapado con agua.

Entalpia total de una mezcla de aire y vapor de agua. La entalpia total de 1 kg de aire más su vapor de agua.

CURVAS DE VELOCIDAD DE SECADO.

IVb.4.3) DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LA VELOCIDAD DE SECADO.

Para determinar experimentalmente la velocidad de secado de un material, se procede a colocar una muestra en una bandeja. Se debe tomar ciertas precauciones para obtener datos confiables en condiciones que se semejen lo más posible a las que imperarán en operaciones a gran escala. La muestra no debe ser demasiado pequeña y se debe introducir en una bandeja similar a la que se usará en producción.

La relación entre superficie de secado y superficie de no secado (superficie aislada) así como la profundidad del lecho del sólido debe ser similar. La velocidad, la humedad, la temperatura y la dirección del aire deben ser las mismas y constantes para simular un secado en condiciones constantes.

Algunos Estados como Colima, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Veracruz y Quintana Roo, se dedican al cultivo de *Artocarpus Heterophyllus*, con el cual se elaboran dulces, panes regionales, helados, aguas frescas y mermeladas.(Informa grupo MARMOR).

IVb.4.4) CURVAS DE VELOCIDAD DE SECADO PARA CONDICIONES DE SECADO CONSTANTE (5a, 5b).

Conversión de los datos a Curva de velocidad de secado. Los datos que se obtienen de un experimento de secado por lotes, generalmente se expresan como peso total W del sólido húmedo (sólido seco más humedad) a diferentes tiempos t (horas) en el periodo de secado. Estos valores se pueden convertir a datos de velocidad de secado por los siguientes procedimientos.

Primero se recalculan los datos. Si W es el peso del sólido húmedo en kilogramos totales de agua más sólido seco y W_s es el peso del sólido seco en kilogramos.

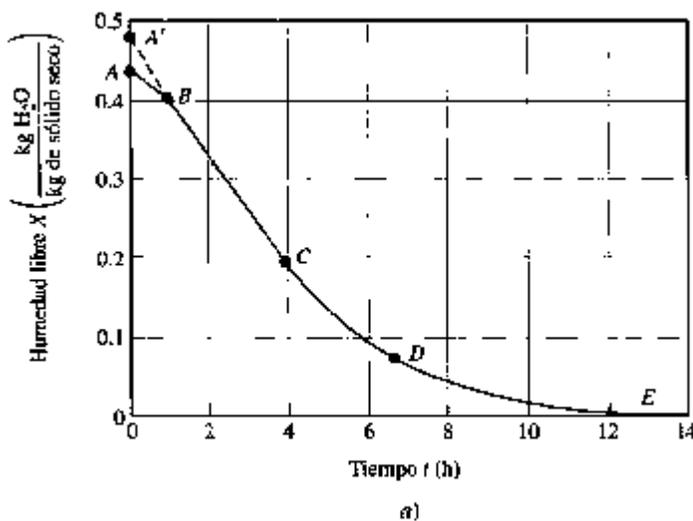
$$X_t = \frac{w - w_s}{w_s} \frac{\text{kg total de agua}}{\text{kg de sólido seco}} \left(\frac{\text{lb total de agua}}{\text{lb de sólido seco}} \right) \quad (6)$$

Después de haber establecido las condiciones de secado constante, se determina el contenido de humedad de equilibrio X^* (kg de humedad de equilibrio/kg de sólido seco). Con él se procede a calcular el valor del contenido de humedad libre X en kg de agua libre/kg de sólido seco para cada valor de X_t :

$$X = X_t - X^* \quad (7)$$

Al sustituir los datos calculados en la ecuación (7), se traza una gráfica del contenido de humedad libre X en función del tiempo h , como se muestra en la imagen 5ª. Se calcula entonces la velocidad R para cada punto con la expresión [15]:

$$R = - \frac{L_s dX}{A dt} \quad (8)$$



IMG. 5a: Grafica de Humedad libre X en función del tiempo h para obtener una curva de velocidad de secado, así se pueden medir diferentes pendientes de las tangentes a la curva proporcionándonos valores de dX/dt para ciertos valores de t . Calculando el valor de R para cada punto utilizando ec. 8.

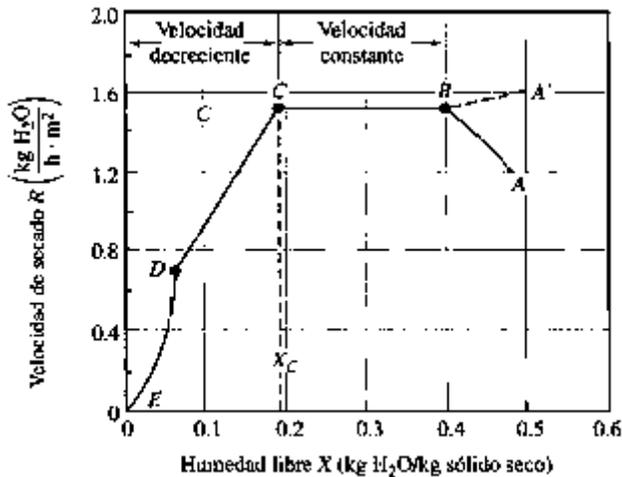


Imagen 5b: Grafica de Humedad libre X vs Velocidad de secado R observando la velocidad constante y en el instante en que cambia a velocidad decreciente, aquí es justo donde se encuentra el contenido crítico de la humedad libre.

b)

Gráfica de la curva de velocidad de secado. En la figura 5a se muestra la curva de velocidad de secado para condiciones de secado constante. Empezando en el tiempo cero, el contenido inicial de humedad libre corresponde al punto A. Al principio, el sólido suele estar a una temperatura inferior de la que tendrá al final, y la velocidad de evaporación va en aumento. Al llegar al punto B, la temperatura de la superficie alcanza su valor de equilibrio. Por otra parte, si el sólido está bastante caliente al principio de la operación, la velocidad de secado puede iniciarse en un punto A'. Este periodo inicial de ajuste en estado no estacionario suele ser bastante corto y por lo general se pasa por alto en el análisis de los tiempos de secado.

Como se observaba La curva de la figura 5b es recta entre los puntos B y C, por lo que la pendiente y la velocidad son constantes durante este periodo.

En el punto C de ambas gráficas, la velocidad de secado comienza a disminuir en el periodo de velocidad decreciente, hasta llegar al punto D. En este primer periodo de velocidad decreciente, la velocidad corresponde a la línea CD en la figura 5b, y por lo general es lineal.

En el punto D la velocidad de secado disminuye con más rapidez aún, hasta que llega al punto E, donde el contenido de humedad de equilibrio es X^* , y $X - X^* = 0$.

Para sólidos porosos, la mayor parte del agua que se evapora durante el periodo de velocidad constante, proviene de su interior.

IVb.4.5) SECADO DURANTE EL PERIODO DE VELOCIDAD DECRECIENTE.

El punto c de la figura corresponde al *contenido crítico de humedad libre* X_c . En este punto no hay suficiente agua en la superficie para mantener una película continua. La superficie ya no está totalmente mojada, y la porción mojada comienza a disminuir durante el periodo de velocidad decreciente hasta que la superficie queda seca en su totalidad, como se observa en el punto *D* de la figura 5b.

El periodo BC para un secado de velocidad constante que dura aproximadamente unas 3.0 h haciendo que X disminuya de 0.40 a 0.19, esto es, una reducción de 0.21 kg H₂O/kg sólido seco. El periodo de velocidad decreciente CE continuara dependiendo del contenido de humedad que se pretenda llegar (alrededor del 10% generalmente).

IVb.4.6) MOVIMIENTOS DE HUMEDAD EN LOS SÓLIDOS DURANTE EL SECADO EN EL PERIODO DE VELOCIDAD DECRECIENTE.

Cuando el secado se verifica por evaporación de la humedad del área expuesta del sólido, la humedad se desplaza desde el interior del sólido hasta la superficie. Los mecanismos de este movimiento afectan al secado durante los periodos de velocidad constante y de velocidad decreciente.

IVc) EVALUACIÓN DE PROPIEDADES DE LOS ELEMENTOS DE LA ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS.

Una vez obtenida la cascara, la semilla y la pulpa se procederá a realizar las pruebas de laboratorio para conocer:

El contenido de proteínas.

El contenido de grasas.

El análisis cromatográfico de las grasas encontradas.

El contenido de fibras.

El contenido de acidez por medio de una titulación.

IVc.1) PROPIEDADES NUTRICIONALES Y MEDICINALES QUE SE LE ATRIBUYEN A LA ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS.

La *Artocarpus Heterophyllus* es rica en varios nutrientes (Tabla 7). Puede actuar como fuente de nutrición completa para los consumidores. El fruto es equivalente al aguacate y aceite de oliva en términos de la mezcla más saludable de nutrientes para necesidades dietéticas humanas, casi con los equivalentes de nutrientes exactos de la leche materna. Es rica en vitamina B y C, potasio, calcio, hierro, proteínas y alto nivel de hidratos de carbono.

Sus semillas son ricas en proteínas y pueden ser comidas como una nuez nutritiva. El fruto es también una fuente química de "Jacalin" útil en la prevención de cáncer de colon. [16]

Tabla 7. Valor nutritivo de *Artocarpus Heterophyllus* (100 g)

Fuente: (Technical Bulletin Guía sobre el cultivo de frutas y valor añadido No. 41. Pdf.)

Componente	Valor promedio
Humedad (%)	76.20
Energía (cal)	88.0
Proteínas (g)	1.90
Grasa (g)	0.10
Fibra (g)	1.10
Hidratos de carbono (g)	19.80
Potasio (mg)	107.00
Calcio (mg)	20.00
Fosforo (mg)	41
Hierro (mg)	0.56
β caroteno (mg)	175.00
Tiamina (mg)	0.03
Riboflavina (mg)	0.13
Niacina (mg)	0.40
Vitamina C (mg)	

Beneficios para la salud y propiedades para vivir sanos que se le atribuyen a la *Artocarpus Heterophyllus*, de acuerdo con botanical-online.jackfruit.

- Fortalece el sistema inmunológico.

Artocarpus Heterophyllus es una excelente fuente de vitamina C, que ayuda a proteger contra las infecciones virales y bacterianas. La vitamina C ayuda a fortalecer el sistema inmunológico mediante el apoyo a la función de los glóbulos blancos. Una taza de sandía puede abastecer el cuerpo con una muy buena cantidad de este poderoso antioxidante.

- Protege contra el cáncer.

Además de la vitamina C, la jaca también es rica en fito-nutrientes como lignanos, lisoflavonas y saponin que tienen propiedades anti envejecimiento y anti cáncer. Estos fito-nutrientes pueden ayudar a eliminar el cáncer que causan los radicales libres del cuerpo y frenar la degeneración de las células que pueden conducir a enfermedades degenerativas.

- Ayuda a tener una buena digestión.

La *Artocarpus Heterophyllus* también ayuda en las úlceras y trastornos digestivos. Además, la presencia de alto contenido de fibra en la yaca previene el estreñimiento y ayuda a los movimientos intestinales suaves. Estas fibras también ofrecen protección a la membrana mucosa por la conducción de distancia los productos químicos carcinogénicos desde el intestino grueso.

- *Artocarpus Heterophyllus* Mantiene sanos el ojo y la piel

Contiene vitamina A, un potente nutriente que es conocido por mantener un ojo sano y la piel. También ayuda a prevenir problemas de visión relacionados como la degeneración macular y la ceguera nocturna.

- Aumenta la energía

Artocarpus Heterophyllus es considerada como una fruta de generación de energía debido a la presencia de azúcares simples como fructosa y sacarosa que le dan un impulso de energía casi inmediata. Aunque *Artocarpus Heterophyllus* es una fruta rica en energía, que no contiene aceite graso saturado ni colesterol por lo que es una fruta sana para saborear.

- Disminuye la presión arterial alta

El potasio contenido en *Artocarpus Heterophyllus* se ha encontrado para ser útil en la reducción de la presión arterial y reducir así el riesgo de ataque al corazón, así como accidentes cerebrovasculares.

- Controla el Asma

La raíz de *Artocarpus Heterophyllus* se ha encontrado que es buena para ayudar a aquellos que sufren de asma. El extracto de raíz de yaca hervida se toma para controlar el asma.

- Fortalece los huesos.

Artocarpus Heterophyllus es rica en magnesio, un nutriente que es importante en la absorción de calcio y trabaja con el calcio para ayudar a fortalecer los huesos y prevenir los trastornos óseos relacionados como la osteoporosis.

- Previene la anemia.

Artocarpus Heterophyllus también contiene hierro, que ayuda a prevenir la anemia y también ayuda en la circulación de la sangre en nuestro cuerpo.

- Mantiene una tiroides saludable.

Artocarpus Heterophyllus está cargado con cobre, un mineral importante, que desempeña un papel clave en el metabolismo de la tiroides, especialmente en la producción de hormonas y la absorción.

Valor alimenticio por 100g de la porción comestible.			
	Pulpa (madura-fresca)	Semillas (frescas)	Semillas (secas)
Calorías	98		
Humedad	72.0-77.2 g	51.6-57.77 g	
Proteína	1.3-1.9 g	6.6 g	
Grasa	0.1-0.3 g	0.4 g	
Carbohidratos	18.9-25.4 g	38.4 g	
Fibra	1.0-1.1 g	1.5 g	
Ceniza	0.8-1.0 g	1.25-1.50 g	2.96%
Calcio	22 mg	0.05-0.55 mg	0.13%
Fósforo	38 mg	0.13-0.23 mg	0.54%
Hierro	0.5 mg	0.002-1.2 mg	0.05%
Sodio	2 mg		
Potasio	407 mg		
Vitamina A	540 I.U.		
Tiamina	0.03 mg		
Niacina	4 mg		
Ácido ascórbico	8-10 mg		

IMG. 6 Valor nutrimental. Fuente: (<http://www.sabelotodo.org/agricultura/frutales/jaca.html>).

Algunos estados como Jalisco, Colima, Michoacán Veracruz y Quintana Roo se dedican al cultivo de *Artocarpus Heterophyllus*, con el cuál se elaboran dulces, panes regionales, helados, aguas frescas y mermeladas. (Informa grupo MARMOR), pero del grupo fresco como tal, sin tratamiento previo.

IVc.2) EVALUACIÓN DE PROPIEDADES DE LOS ELEMENTOS DE ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS.

En las evaluaciones realizadas a la *Artocarpus Heterophyllus* de las regiones del estado de Michoacán se encontró:

Concepto	ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS
Calcio (mg/Kg)	1179.28
Hierro (mg/Kg)	5.61
Magnesio (mg/Kg)	350.05
Carbohidratos (%)	15.03
Cenizas (%)	1.56
Contenido energético (Kcal/100gr)	78.56
Humedad (%)	78.8
Proteína (%)	4.61
Vitamina A (μ g / 100g)	0.1197
(mg / 100g)	<2.0
(1) Análisis Bromatológico realizado por el Dep. De Calidad de Viscofan.	

Tabla #8:
Resultados de las pruebas realizadas para las propiedades Físico Químicas de la Artocarpus Heterophyllus en el estado de Michoacán.

Fuente: Elaboración propia.

IVd) MÉTODOS DE ANÁLISIS (INCLUIDOS EN ANEXO 1).

IVd.1) MÉTODO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE YODO DE LA (NMX-F-152-S-1981).

IVd.2) MÉTODO PARA DETERMINAR LA HUMEDAD (NMX-F-428-S-1981).

IVd.3) MÉTODO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE ENERGÍA (NMX-F-068-S-1980).

IVd.4) MÉTODO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE PROTEÍNAS KJENDAHAL (NMX-F-068-S-1980).

IVd.5) MÉTODO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE FIBRA (NMX-F-180-1986).

IVd.6) MÉTODO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HIDRATOS DE CARBONO (NMX-F-066-S-1978).

IVd.7) MÉTODO DE SECADO POR ESTUFA.

IVd.8) MÉTODO DE CENIZAS TOTALES.

IVd.9) MÉTODO DE MOHR.

IVd.10) MÉTODO DE SOXLEHT.

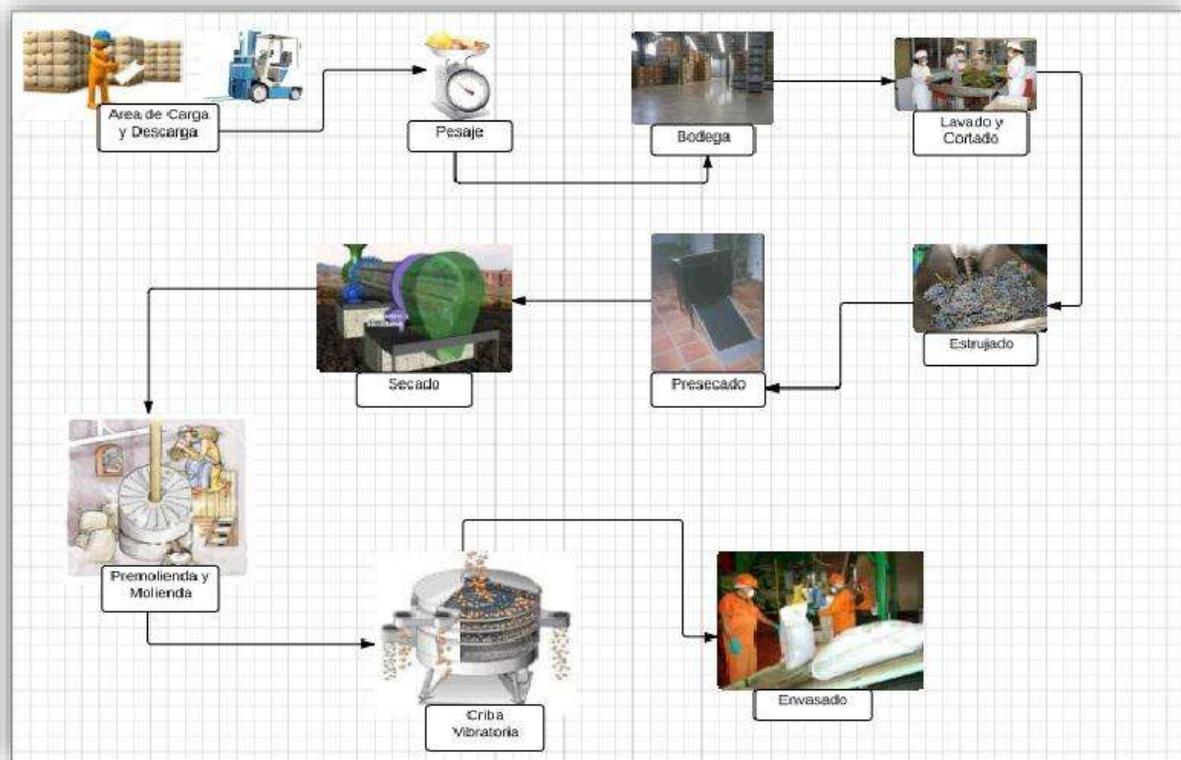
IVd.11) MÉTODO VOLUMÉTRICO.

IVd.12) MÉTODO OFICIAL AOAC.

IVd.13) MÉTODO DEL FENOL SULFÚRICO.

IVd.14) MÉTODO DE LOERY.

V) SELECCIÓN DEL PROCESO DE RECUPERACIÓN.



IMG. 7: Etapas del Proceso en la elaboración de la harina de *Artocarpus Heterophyllus*.
Fuente: Elaboración propia.

Va) SECADO

Va.1) SECADOR DE BARRO.

Como el flujo de calor se lleva a cabo en dirección radial, la variable independiente es r y la forma aplicable de la ecuación de rapidez de Fourier (Pag. 274 del libro fundamentos de transferencia de momento, calor y masa. James R. Welty. 1994 Editorial Limusa, S.A De C.V.) Es:

$$q_r = -kA_b \frac{dT}{dr} \quad (9)$$

Si se iguala $A_b=2\pi rL$, podrá observarse que la ecuación se transforma en:

$$q_r = -k(2\pi rL) \frac{dT}{dr} \quad (10)$$

q_r es constante y la ecuación puede separarse y resolverse en la forma siguiente:

$$q_r = \int_{r_i}^{r_0} \frac{dr}{r} = -2\pi kL \int_{T_i}^{T_0} dT = 2\pi kL \int_{T_0}^{T_i} dT \quad (11)$$

$$q_r \ln \frac{r_0}{r_i} = 2kL(T_i - T_0) \quad (12)$$

$$q = \frac{2\pi k_l}{\ln\left(\frac{r_0}{r_i}\right)} (T_i - T_0) \quad (13)$$

Las áreas superficiales interior y exterior por unidad de longitud de tubo son:

$$A_i = \pi r^2 \quad (14)$$

$$A_0 = b * h = (2\pi r) * h \quad (15)$$

$$A_T = 2A_i + A_0 \quad (16)$$

Dando:

$$\frac{q_r}{A_i} ; \frac{q_r}{A_0} \quad (17)$$

La resistencia térmica del cilindro hueco es:

$$Rt = \frac{\ln\left(\frac{r_0}{r_1}\right)}{2\pi kL} \quad (18)$$

Radio crítico:

$$h_1 = A_T \Delta T \quad (19)$$

$$r_c = \frac{k_2}{h_3} \quad (20)$$

Va.2) CONSUMO DE ENERGÍA.

Potencia Total=Potencia de la resistencia * núm. De resistencias (21)

$$C = (n)(potencia\ total) \left(\frac{\$}{Kwh} \right) \quad (22)$$

Va.3) PRUEBA Y CONSTRUCCIÓN DEL SECADOR DE BARRO.

1.-Utilizando el secador artesanal se coloca la pulpa de la yaca en las bandejas alrededor de 16-20 horas para retirar la mayor humedad posible.

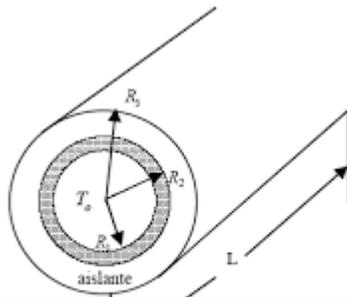
2.-Utilizar el horno piloto para secar la pulpa y cascara de la yaca colocando a estas en bandejas para retirar la mayor cantidad de agua.

3.- Se prensa.

4.- Se guarda en bolsas de celofán o polietileno.

Para pruebas piloto se construyó un secado de barro por ser un recurso abundante y económico en la ciudad de Michoacán.

1.- Elaboración de dos estructuras cilíndricas de barro de 46.8 cm de largo, la primera con un diámetro interno de 9 cm (área de secado) y el segundo con diámetro externo de 12 cm (cubierta). Que para coadyuvar será enchaquetado con fibra de vidrio y lámina.



Diag. #1 Secador de Barro mostrando las tres caras de los radios. Fuente: Elaboración propia.



IMG.8: Secador de barro y recubrimiento de barro para evitar pérdidas de calor. Fuente: Elaboración propia.

2.- Con ranuras aproximadamente de 3 milímetros a la estructura cilíndrica de menor diámetro y se les hizo un corte de forma circular a las dos estructuras para posteriormente conectar (el termopar y el suministro de energía eléctrica a la resistencia).



IMG. 9: Secador de barro ranurado para enrollar la resistencia. Fuente: elaboración propia.

3.- Colocando la resistencia eléctrica enrollada en forma de espiral en el exterior de la estructura de menor diámetro y cubriéndola con la estructura de mayor diámetro que hará función de capucha para tener pocas pérdidas de calor.



IMG 10: Secador de barro ranurado enrollado con la resistencia.

Fuente: Elaboración AAK.

4.- Instalación de un sensor controlador de temperatura para conocer la temperatura adentro de la estructura más pequeña (área de secado).

5.- Se conecta el controlador a las dos estructuras de barro.



IMG. 11: Secador de barro enchaquetado con fibra de vidrio y cubierta de barro.

Fuente: Elaboración propia.

6.- Enchaquetamiento de la estructura de mayor diámetro con fibra de vidrio cubierta con acero.



IMG. 12: Secador de barro enchaquetado con fibra de vidrio, cubierta de barro y lámina aislante.
Fuente: Elaboración propia.

7.- Construcción de una caja para colocar los circuitos eléctricos y pantalla del controlador.



IMG. 13: Caja de madera para proteger el regulador medidor de Temperatura.
Fuente: Elaboración propia.

8.- Elaboración de charolas pequeñas para introducir al secador las muestras.



IMG. 14: Charola de lámina de acero para mejor secado de la *Artocarpus Heterophyllus*.
Fuente: Elaboración propia.

9.- Simulación de secado de la yaca estableciendo los incrementos de temperatura del secador en función del tiempo para alcanzar la temperatura deseada.



IMG. 15: Caja de control instalada con el controlador y sensor de temperatura conectado al secador de barro para *Artocarpus Heterophyllus*.
Fuente: Elaboración propia.

$$q_1 = \frac{2\pi k_l}{\ln\left(\frac{r_o}{r_i}\right)} (T_i - T_o) = \frac{2\pi \left(0.658 \frac{W}{m \cdot K}\right) \cdot 468m(348.15 - 310.15)K}{\ln\left(\frac{0.065m}{0.045m}\right)} = 255.57 W$$

$$A_1 = \pi r^2 = \pi(4.5cm)^2 = .6361m^2$$

$$A_2 = b * h = (2\pi r) * h = 2\pi(4.5cm)(46.8cm) = .1323m^2$$

$$A_T = 2A_1 + A_2 = .1450m^2 \text{ Área del cilindro interno}$$

$$q_2 = \frac{2\pi k_l}{\ln\left(\frac{r_o}{r_i}\right)} (T_i - T_o) = \frac{2\pi \left(0.658 \frac{W}{m \cdot K}\right) \cdot 468m(373.15 - 348.15)K}{\ln\left(\frac{0.06m}{0.045m}\right)} = 168.14 W$$

$$A_1 = \pi r^2 = \pi(6cm)^2 = 0.1132m^2$$

$$A_2 = b * h = (2\pi r) * h = 2\pi(6cm)(46.8cm) = .1764m^2$$

$$A_T = 2A_1 + A_2 = 0.2896m^2 \text{ Área del cilindro externo}$$

$$q_{3AISLANTE} = \frac{2\pi Lk_l}{\ln\left(\frac{r_o}{r_i}\right)} (T_i - T_o) = \frac{2\pi \left(0.04 \frac{W}{m \cdot K}\right) \cdot 468m(373.15 - 311.15)K}{\ln\left(\frac{0.07m}{0.06m}\right)} = 45.78 W$$

$$A_{AISLANTE} = b * h = (2\pi r) * h = 2\pi(7cm)(46.8cm) = .2058m^2$$

$$\frac{q_1}{A_1} = \frac{255.57}{.1450} = 1762.55 \frac{W}{m^2}$$

$$\frac{q_2}{A_2} = \frac{168.14}{.2896} = 580.62 \frac{W}{m^2}$$

$$\frac{q_3}{A_3} = \frac{45.78}{0.2058} = 222.44 \frac{W}{m^2}$$

La resistencia térmica del cilindro hueco es:

$$R = \frac{\ln\left(\frac{r_o}{r_1}\right)}{2\pi kL} = \frac{\ln\left(\frac{0.06m}{0.045m}\right)}{2\pi 0.658 * .468m} = 0.1486W \text{ BARRO}$$

$$R2 = \frac{\ln\left(\frac{0.07m}{0.06m}\right)}{2\pi 0.658 * .468m} = 0.0796 W$$

$$R3 = \frac{1}{3.7074 * 2 * \pi * 0.07 * 0.568} = 1.0797W$$

Radio crítico:

$$h1 = \frac{q}{A\Delta T} = \frac{255.57W}{0.1450m^2(38K)} = 46.3829 \frac{W}{m^2K}$$

$$r_{1crit} = \frac{0.658}{46.3829} = 0.0141m$$

$$h_2 = \frac{q}{A\Delta T} = \frac{168.14W}{0.2896m^2(25K)} = 23.2237 \frac{W}{m^2K}$$

$$r_{2crit} = \frac{0.658}{23.2237} = 0.02833m$$

$$h_3 = \frac{q}{A\Delta T} = \frac{45.78W}{0.2058m^2(60K)} = 3.7074 \frac{W}{m^2K}$$

$$r_{3crit} = \frac{0.04}{3.7074} = 0.01078m$$

Va.4) CONSUMO DE ENERGÍA

Potencia Total=Potencia de la resistencia * núm. De resistencias

$$Potencia\ total = 927W * 1.5 = 1390.5\ W$$

$$1.3905Kw * 1hr = 1.3905kWhr$$

$$1.3905Kwhr * \frac{0.721\$}{kWhr} = 1.05\$/kWhr$$

Vb) PROCESOS EN FRESCO

Vb.1) PREPARACIÓN DE LA FRUTA.

1.- Se consiguió la fruta (yaca) de la región de Charapendo y Lombardía para realizar las pruebas.



IMG. 16: Cosecha de la *Artocarpus Heterophyllus* en la comunidad de Charapendo.

Fuente: Elaboración propia.

3.- Lavar perfectamente toda la fruta con agua limpia y corriente para retirar las impurezas, así como los residuos de agrotóxicos.



IMG. 17: Lavado de *Artocarpus Heterophyllus*,

Fuente: Elaboración propia.

4.- Se cortó por la mitad la fruta rociando el cuchillo con un poco de aceite al igual que los guantes debido a que la fruta contiene un látex muy pegajoso difícil de retirar. Siguiendo todas las normas de asepsia para el caso.



IMG. 18: Lavado y cortado de *Artocarpus Heterophyllus*
Fuente: Elaboración propia.

5.- Someter la fruta cortada a un pre tratado con jugo de limón diluido en agua considerando que este producto es 100% natural y orgánico. El tiempo de tratamiento fue de cinco minutos para no afectar sus propiedades y evitar la oxidación.



IMG. 19: Lavado y cortado de limón para previo tratamiento de *Artocarpus Heterophyllus* Fuente: Elaboración propia.

6.- A la semilla se le retiró completamente la cascara para poder secarla más rápidamente y valorarlas de manera separada (cáscara y semilla).



IMG. 20: Pelado y estrujado de *Artocarpus Heterophyllus* Fuente: Elaboración propia.

7.- La cáscara es cortada en pedazos pequeños para un secado rápido.



IMG. 21: Pelado y cortado de *Artocarpus Heterophyllus*.

Fuente: Elaboración propia.

8.- La pulpa de igual manera se cortó en trozos pequeños para su proceso de secado.



IMG. 22: Pulpa sin semilla de *Artocarpus Heterophyllus*.

Fuente: Elaboración propia.

1.- Para el secado, se colocó la fruta en la charola y esta se introduce dentro del cilindro pequeño para remover la mayor cantidad de agua. Se tuvo cuidado en que la temperatura no rebasara los 80 °C, ya que de ser así, la fruta pierde sus propiedades nutritivas.

2.- Una vez que la fruta perdió aproximadamente el 60-80% de agua, se retiró del secador y se procedió a realizar las pruebas de caracterización para conocer sus especificaciones y contenidos.

3.- Con la cascara se encuentra trabajando actualmente para valorar sus propiedades y la semilla se está evaluando su contenido de aceite y demás propiedades.

Vb.2) SECADO DE PULPA, SEMILLA Y CASACARA

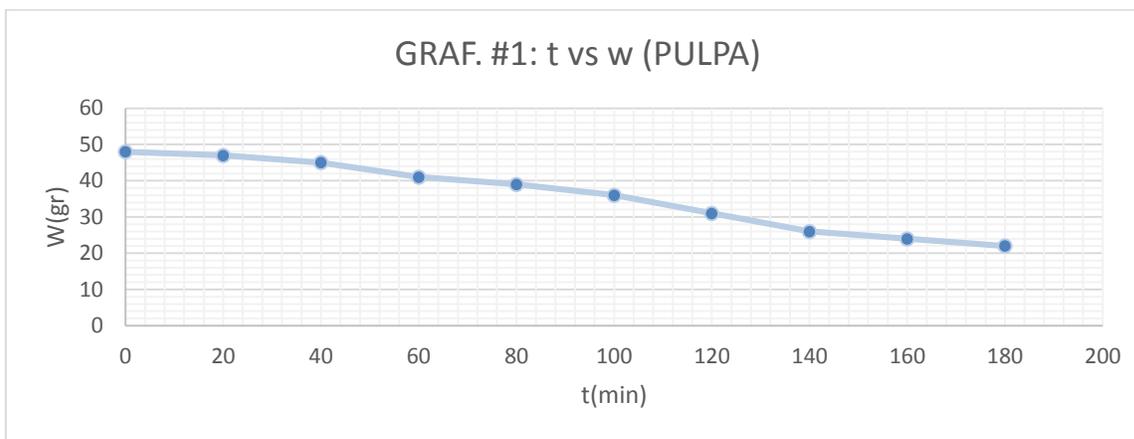
PULPA

t (min)	W de la muestra(gr.)	W H ₂ O perdida (gr.)	X t	X* equilibrio
0	48	0	2.3333	0.5278
20	47	1	2.2639	0.5278
40	45	3	2.1250	0.5278
60	41	7	1.8472	0.5278
80	39	9	1.7083	0.5278
100	36	12	1.5000	0.5278
120	31	17	1.1528	0.5278
140	26	22	0.8056	0.5278
160	24	24	0.6667	0.5278
180	22	26	0.5278	0.5278

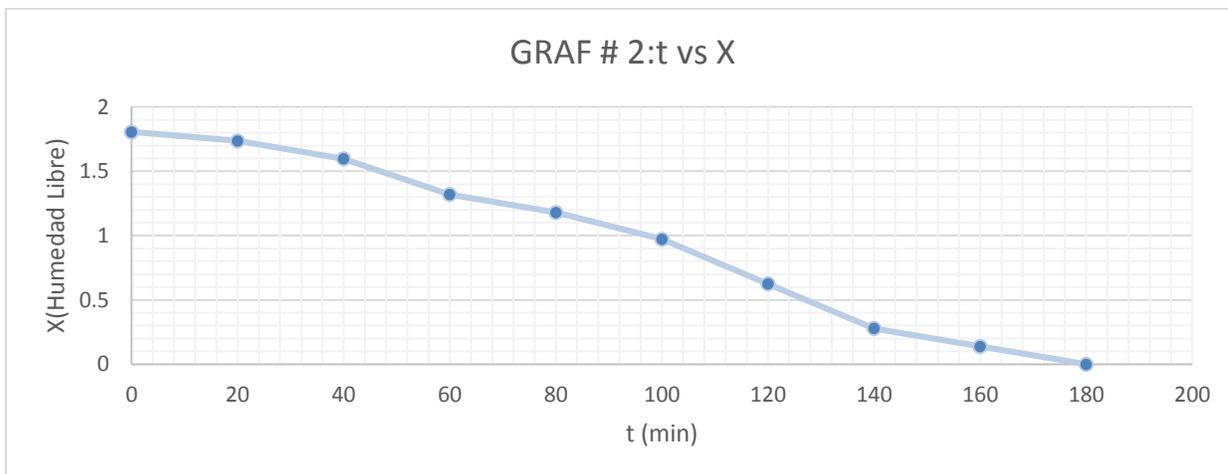
Tabla #9: A diferentes tiempos de secado se puede observar la pérdida de agua en la pulpa hasta llegar a la humedad del equilibrio. Fuente: Elaboración propia.

X(Kg de agua/Kg de aire seco)	velocidad de secado (gr de H ₂ O/h cm ²)	Xprom.	Delta X	delta t
1.8056	0.0108	1.7708	0.0694	-20
1.7361	0.0217	1.6667	0.1389	-20
1.5972	0.0433	1.4583	0.2778	-20
1.3194	0.0217	1.2500	0.1389	-20
1.1806	0.0325	1.0764	0.2083	-20
0.9722	0.0542	0.7986	0.3472	-20
0.6250	0.0542	0.4514	0.3472	-20
0.2778	0.0217	0.2083	0.1389	-20
0.1389	0.0217	0.0694	0.1389	-20
0	0	0	0	-20

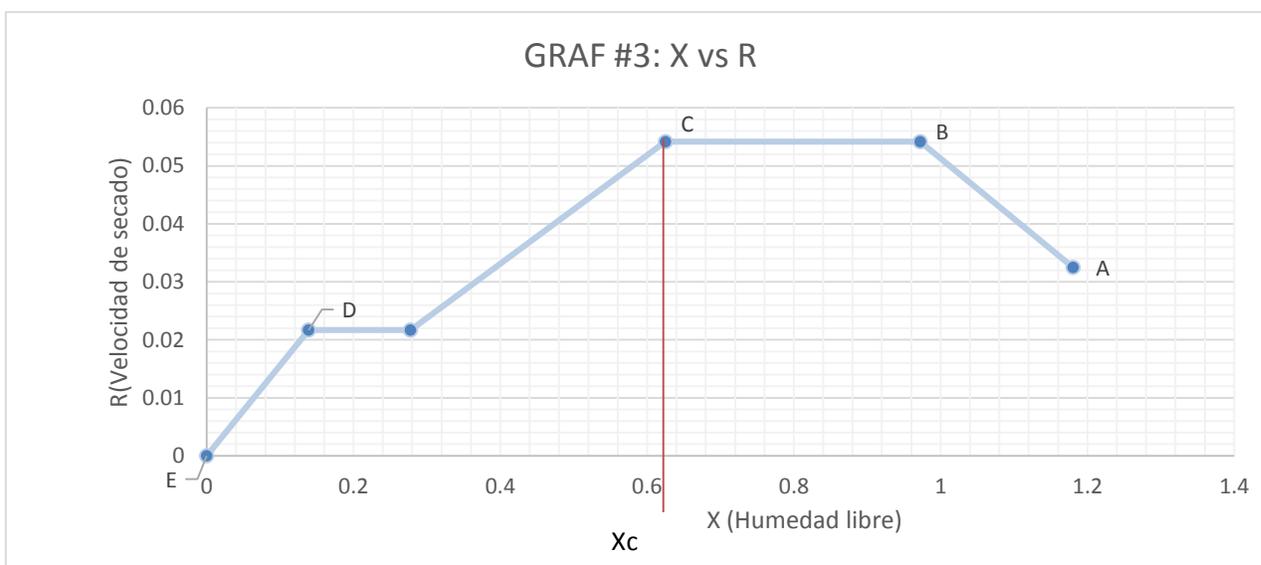
Tabla #10: se puede graficar la Humedad libre vs el tiempo y obtener la velocidad de secado midiendo las tangentes a la curva, la otra forma sería calcular la pérdida de peso (ΔX) para un tiempo (Δt) y solo multiplicar por Ls/A en ambos casos. Fuente: Elaboración propia.



Pérdida de peso de la pulpa a través del tiempo de secado hasta llegar al momento donde el aire se satura y ya no puede perder más humedad a esas condiciones de temperatura. Fuente: Elaboración propia.



Humedad libre presentada en la pulpa a través del tiempo de secado hasta llegar a un momento donde ya no presenta. Fuente: Elaboración propia.



Humedad libre vs Velocidad de secado aquí se determina en donde se encuentra la humedad crítica y el producto empieza a perder humedad. Fuente: Elaboración propia.

SEMILA

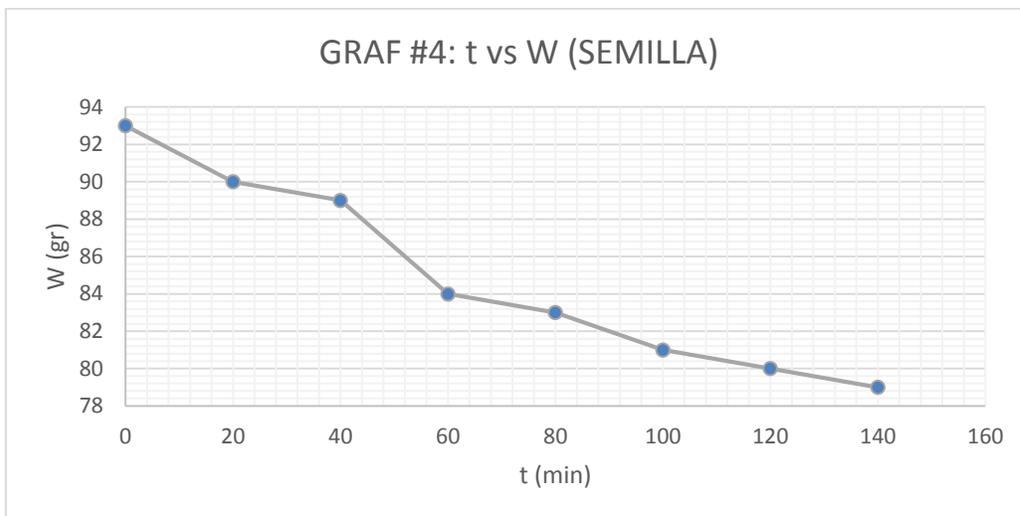
t (min)	W de la muestra(gr.)	W H ₂ O perdida (gr.)	X t	X* equilibrio
0	93	0	2.3214	1.8214
20	90	3	2.2143	1.8214
40	89	4	2.1786	1.8214
60	84	9	2.0000	1.8214
80	83	10	1.9643	1.8214
100	81	12	1.8929	1.8214
120	80	13	1.8571	1.8214
140	79	14	1.8214	1.8214

Tabla #11: A diferentes tiempos de secado se puede observar la pérdida de agua en la semilla hasta llegar a la humedad del equilibrio. Fuente: Elaboración propia.

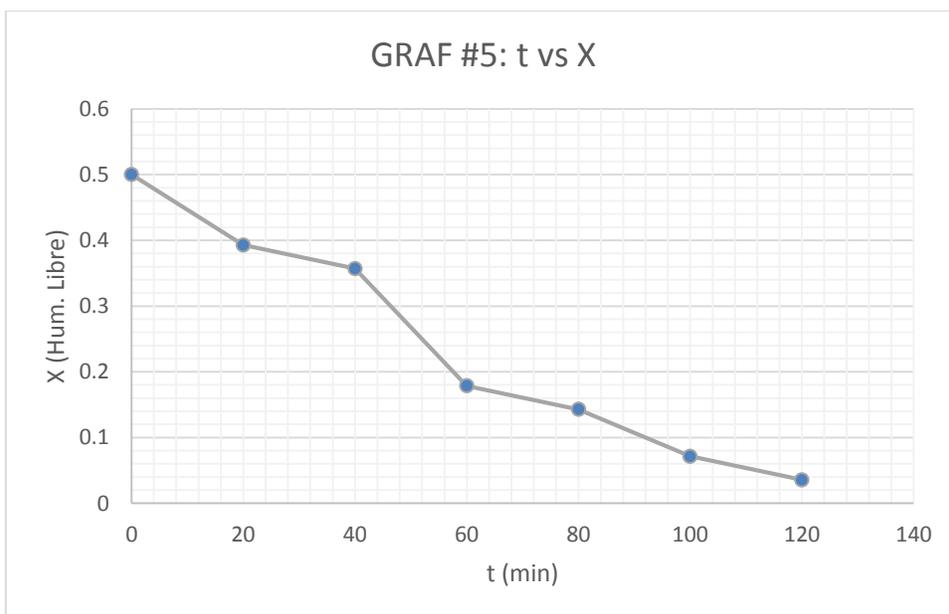
X(Kg de agua/Kg de aire seco)	velocidad de secado (gr de H ₂ O/h cm ²)	Xprom.	deltaX	delta t
0.5	0.0167	0.4464	0.1071	-20
0.3929	0.0056	0.3750	0.0357	-20
0.3571	0.0279	0.2679	0.1786	-20
0.1786	0.0056	0.1607	0.0357	-20
0.1429	0.0111	0.1071	0.0714	-20
0.0714	0.0056	0.0536	0.0357	-20
0.0357	0.0056	0.0179	0.0357	-20
0	0	0	0	-20

Tabla #12: se puede graficar la Humedad libre vs el tiempo y obtener la velocidad de secado midiendo las tangentes a la curva, la otra forma seria calcular la pérdida de peso (ΔX) para un tiempo (Δt) y solo multiplicar por L_s/A en ambos casos.

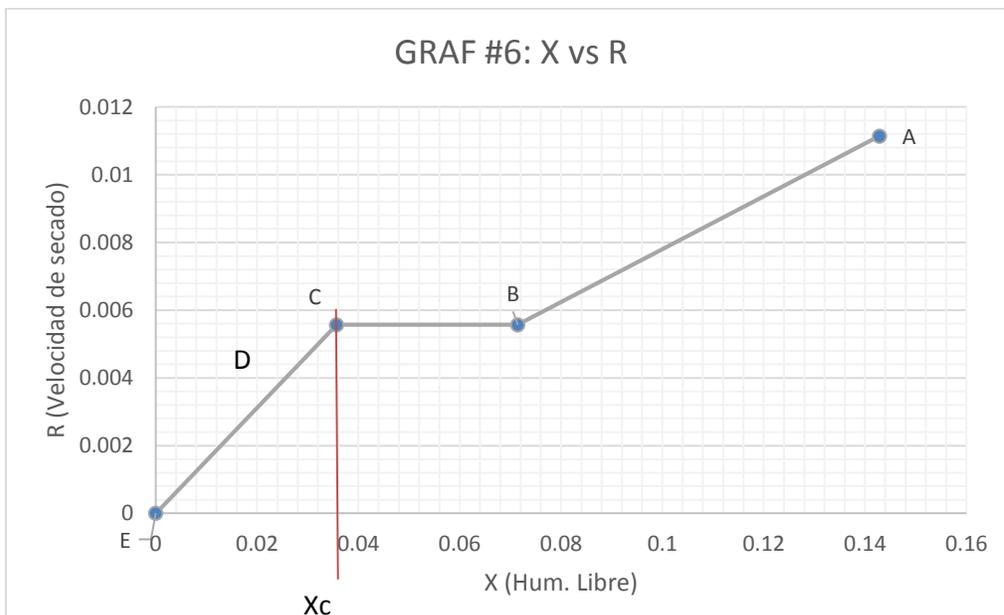
Fuente: Elaboración propia.



Pérdida de peso de la semilla a través del tiempo de secado hasta llegar al momento donde el aire se satura y ya no puede perder más humedad a esas condiciones de temperatura. Fuente: Elaboración propia.



Humedad libre presentada en la semilla a través del tiempo de secado hasta llegar a un momento donde ya no presenta. Fuente: Elaboración propia.



Humedad libre vs Velocidad de secado aquí se determina en donde se encuentra la humedad crítica y el producto empieza a perder humedad.

Fuente: Elaboración propia.

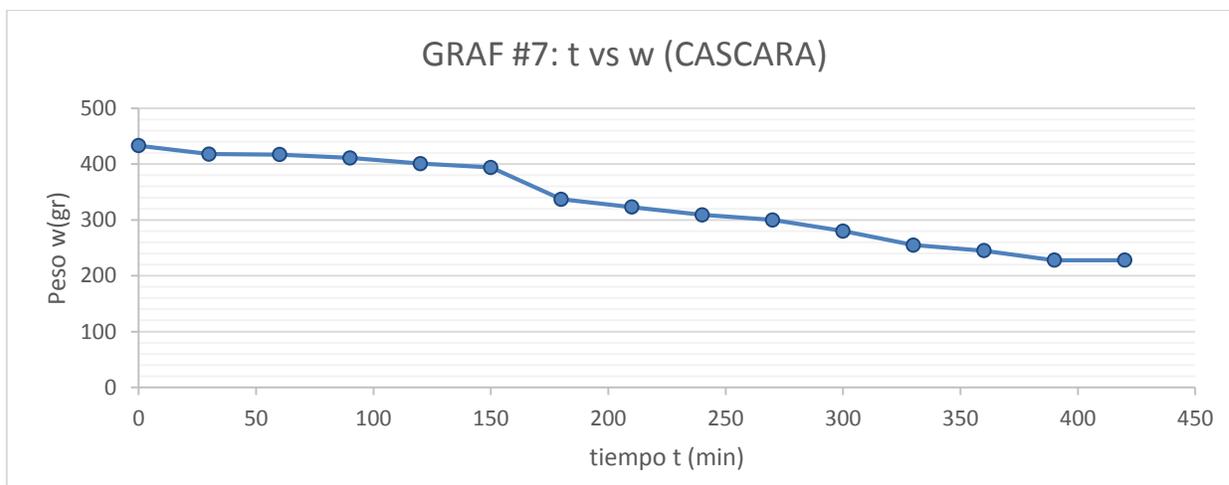
CASCARA

Tiempo(min)	Peso(gr)	gr de Agua perdidos	xt	x*
0	433	0	0.8991	0.0746
30	418	15	0.8333	0.0746
60	417	16	0.8289	0.0746
90	411	22	0.8026	0.0746
120	401	32	0.7588	0.0746
150	394	39	0.7281	0.0746
180	337	96	0.4781	0.0746
210	323	110	0.4167	0.0746
240	309	124	0.3553	0.0746
270	300	133	0.3158	0.0746
300	280	153	0.2281	0.0746
330	255	178	0.1184	0.0746
360	245	188	0.0746	0.0746
390	228	205	0.0000	0.0746
420	228	205	0.0000	0.0746

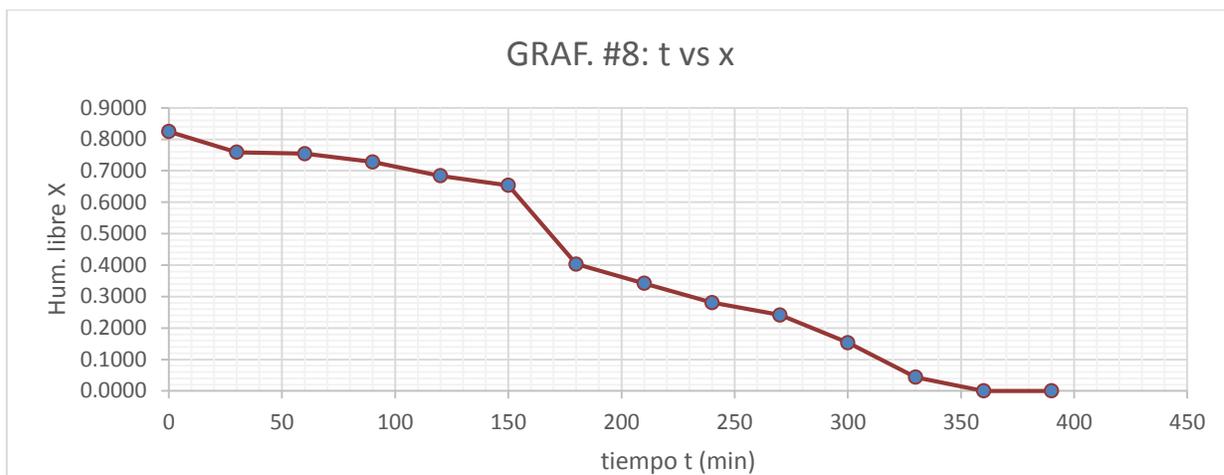
Tabla #13: A diferentes tiempos de secado se puede observar la pérdida de agua en la semilla hasta llegar a la humedad del equilibrio. Fuente: Elaboración propia.

X (Kg de agua/Kg de aire seco)	dx	dt	R (velocidad de velocidad de secado (gr de H ₂ O/h cm ²))
0.8246	0.0658	-30	0.5
0.7588	0.0044	-30	0.0333
0.7544	0.0263	-30	0.2
0.7281	0.0439	-30	0.3333
0.6842	0.0307	-30	0.23
0.6535	0.2500	-30	1.9
0.4035	0.0614	-30	0.466
0.3421	0.0614	-30	0.466
0.2807	0.0395	-30	0.3
0.2412	0.0877	-30	0.6666
0.1535	0.1096	-30	0.8333
0.0439	0.0439	-30	0.3333

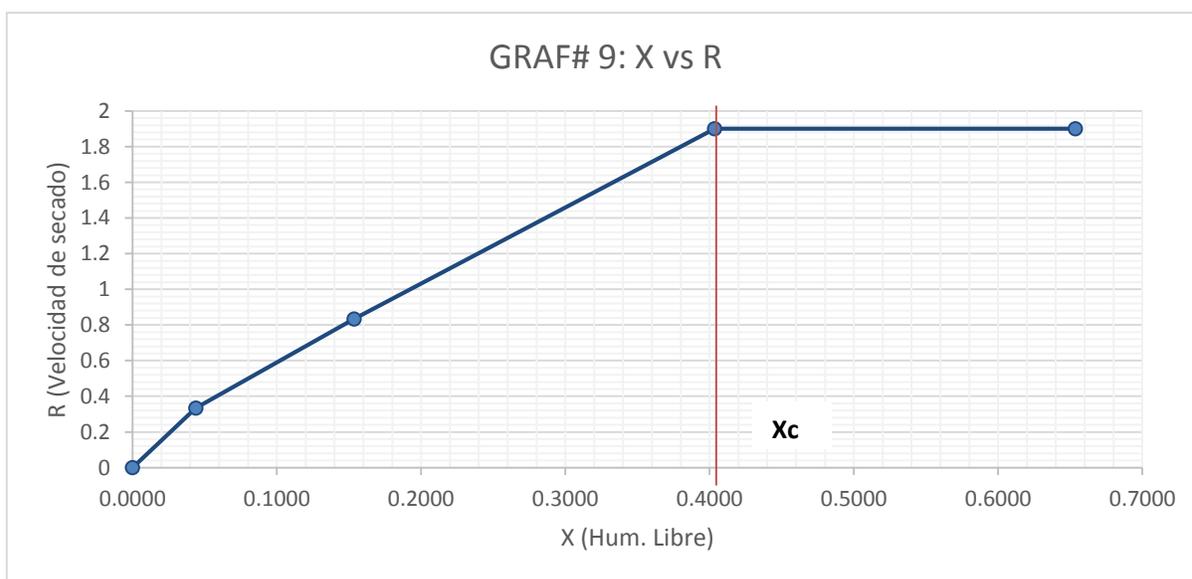
Tabla #14: se puede graficar la Humedad libre vs el tiempo y obtener la velocidad de secado midiendo las tangentes a la curva, la otra forma seria calcular la pérdida de peso (ΔX) para un tiempo (Δt) y solo multiplicar por L_s/A en ambos casos. Fuente: Elaboración propia.



Pérdida de peso de la cascara a través del tiempo de secado hasta llegar al momento donde el aire se satura y ya no puede perder más humedad a esas condiciones de temperatura. Fuente: Elaboración propia.



Humedad libre presentada en la cascara a través del tiempo de secado hasta llegar a un momento donde ya no presenta. Fuente: Elaboración propia.



Humedad libre vs Velocidad de secado aquí se determina en donde se encuentra la humedad crítica y el producto empieza a perder humedad. Fuente: Elaboración propia.

Para escalar podemos utilizar un Secador solar, o en su defecto un horno industrial.

Vc) OTROS PROCESOS FACTIBLES

Vc.1) MATERIALES Y MÉTODOS.

Se aplicarán los conocimientos adquiridos en el proceso de formación del Ingeniero Químico con una orientación hacia el desarrollo sustentable, con la finalidad de aportar la parte técnica y de administración en el aprovechamiento de los recursos naturales de las regiones del estado de Michoacán, motivando la cultura emprendedora, iniciando con el diseño y construcción de un deshidratador artesanal, cuyas características le permita a una persona común utilizarlo para aprovechar, espacios disponibles en un proceso productivo que le reditúe beneficios, evitando desperdicios de productos naturales de los que pueda disponer, utilizando el soporte del diseño de equipo, y técnicas de campo para realizar las pruebas necesarias que permitan determinar la factibilidad técnica del proceso, del equipo y los productos, para que finalmente pueda realizarse la factibilidad económica hasta encontrar el proceso más económico y rentable. Con la secuencia siguiente:

- 1.- Se realizó una estructura metálica de aluminio de 20 cm de profundidad, por 30 cm de largo y una altura de 50 cm. Esta, corresponde a la cámara de secado.
- 2.- La cámara de secado se dividió en 7 entrepaños para colocar la fruta.
- 3.- Se construyeron 7 charolas con tiras de madera de 20x30 cm a las cuales se les colocó malla plástica antiácida.
- 4.- En la parte posterior se implementó una puerta deslizante para introducir y retirar la fruta.
- 5.- En la parte superior de la cámara, se dejó una chimenea de lámina galvanizada para dejar escapar el vapor húmedo y evitar así la presencia de microorganismos y algunas reacciones enzimáticas.

6.- Se construyó un colector solar del mismo material que la cámara de secado, el cual tiene la función de captar la energía solar y transferirla a la torre de deshidratado.

7.- En las partes de unión de cámara y colector, se colocó malla plástica para evitar la entrada de insectos y otros bichos hacia el lugar de deshidratado.

8.- Las dos estructuras (colector y torre) fueron cubiertas de cristal negro de 3 mm., con la finalidad de captar mayor cantidad de calor y sea más eficiente en el proceso de deshidratación.

9.- Finalmente, se unieron las dos partes (colector y torre) para iniciar las pruebas del presente proyecto.



IMG. 23: Estructura para deshidratador solar fabricado en Uruapan para *Artocarpus Heterophyllus* y otras frutas de temporada.

Fuente: Elaboración propia.



IMG. 24: Estructura para deshidratador solar fabricado en Uruapan ya forrado con plástico negro para *Artocarpus Heterophyllus* y otras frutas de temporada. Introduciendo frutas para probar como funciona.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación ya terminado con cristales y ubicado en la azotea de la vivienda:

Vc.2) PREPARACIÓN DE LA FRUTA

- 1.- Para la adquisición de la fruta se recurrió tanto a los productores locales, como a los centros de acopio o bodegas donde el precio es relativamente bajo.
- 2.- Una vez que se tuvo la materia prima, se seleccionó y se desechó aquella fruta que no reunía las características para el secado.
- 3.- El siguiente paso consistió en lavar perfectamente toda la fruta con agua limpia y corriente para retirar la suciedad, así como los residuos de agrotóxicos.

4.- Se removieron cáscaras, restos de raíz, tallos, semillas, partes en estado de descomposición, lastimaduras, etc., con un cuchillo limpio y guantes. Siguiendo todas las normas de asepsia para el caso.

5.- Según el tipo de fruta para secar, se procedió a cortarla, teniendo cuidado en la presentación que esta debe tener para el mercadeo (trozos, cubos, tiras, rodajas, etc.), así como el grosor de la misma.

6.- El siguiente paso consistió en someter la fruta cortada a un pre tratado con jugo de limón diluido en agua (plátano, manzana, mango, durazno y yaca) considerando que este producto es 100% natural y orgánico. El tiempo de tratamiento fue de cinco minutos para no afectar sus propiedades y evitar la oxidación.

Vc.3) SECADO DE LA FRUTA.

1.- Para el secado, se colocó en las charolas la fruta por la mañana para aprovechar las primeras horas de sol y extraer la mayor cantidad de agua. Se tuvo cuidado en que la temperatura no rebasara los 60 °C, ya que de ser así, la fruta pierde sus propiedades nutritivas.

2.- Una vez que la fruta perdió aproximadamente el 90% de agua, se retiró del deshidratador y se procedió al envasado y sellado.

Vc.4) ALMACENAJE.

Para la conservación de los productos secos se procedió a almacenarlos para su manejo y mercadeo.

- Se guardaron los productos en un lugar seco, aireado, fresco y protegido de la luz.

- El lugar, limpio, se protegió de insectos y ratones.
- Se llevó un control de calidad y se estuvo monitoreando el producto periódicamente.
- El aislamiento en envases adecuados nos permitió que los productos no absorbieran humedad del ambiente.

Los productos secos manejados adecuadamente, garantizan un periodo de conservación de varios meses.

Vd) ESTUDIO TÉCNICO E INGENIERÍA

Vd.1) ESTUDIO DE MERCADO.

El mercado son todas aquellas personas físicas que requieran la harina de la *Artocarpus Heterophyllus*, como complemento alimenticio en forrajes y suplemento alimenticio en los seres humanos.

Vd.2) ANÁLISIS DE LA DEMANDA.

De antemano la información con la que se cuenta es deficiente, sin embargo se cuenta con elementos de juicio para ubicar tentativamente, posibilidades del mercado de la harina de la *Artocarpus Heterophyllus*, a continuación se indican las cuestiones más importantes.

En general se puede afirmar que las materias primas principalmente las de origen agrícola, contienen elementos similares a la *Artocarpus Heterophyllus*, con ciertas variaciones en su contenido, aunque también varían por raciones alimenticias; a pesar de esto, las características de este tipo de insumo hacen sustituibles a los ya

existentes en el mercado. Por otro lado, las variaciones de producción y precios hacen que el mercado sea fluctuante y competitivo.

El constante crecimiento de la demanda hace que los déficits tiendan al aumento y que la industria se tenga que abastecer del comercio exterior o sustituir estas materias primas por otros productos incluso más caros.

Vd.3) CARACTERÍSTICAS DE LOS CONSUMIDORES.

La mayoría de la población no sabe lo que es la *Artocarpus Heterophyllus* pero están dispuestos a probar una nueva harina con un precio razonable y de buena calidad, por lo que se esperaría una demanda aceptable por su contenido proteínico como factor de enriquecimiento de harinas convencionales o sustitutas de éstas.

Vd.4) SERIES ESTADÍSTICAS DE LA DEMANDA.

Siendo una industria nueva en México, existe la posibilidad que haya una gran demanda de harina de la *Artocarpus Heterophyllus* de acuerdo a la población entrevistada.

Efectuando una comparación de producción de algunas materias primas, para la elaboración de alimentos balanceados en el estado de Michoacán, se muestran los siguientes datos:

VALORACIÓN DE LA YACA DE COMUNIDADES DE MICHOACÁN, PARA OBTENCIÓN DE HARINAS ENRIQUECIDAS EN PROYECTOS DE DESARROLLO SUSTENTABLE.

Producción y consumo de maíz blanco en México:

Año agrícola	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Superficie Plantada			Miles de hectáreas									
Sinaloa	561	530	543	537	527	529	532	535	538	541	543	545
Jalisco	534	528	540	555	543	538	537	538	538	539	539	539
Chiapas	606	611	615	642	625	615	609	607	605	604	603	602
Veracruz	569	575	580	593	576	565	560	557	556	555	553	552
Resto	5041	5206	5292	5454	5374	5352	5353	5377	5396	5420	5438	5455
Nacional	7311	7450	7570	7780	7645	7599	7590	7614	7632	7659	7676	7692
Superficie Cosechada			Miles de hectáreas									
Sinaloa	532	523	365	518	508	510	513	517	519	522	524	526
Jalisco	462	498	515	530	518	514	513	513	513	514	514	514
Chiapas	605	600	609	635	618	608	602	600	599	598	597	595
Veracruz	519	505	544	556	540	530	525	523	521	520	519	518
Resto	3714	4628	4797	4944	4872	4851	4853	4874	4891	4914	4929	4944
Nacional	5832	6754	6866	7183	7057	7014	7006	7027	7044	7068	7083	7098
Rendimientos			Toneladas por hectárea									
Sinaloa	9.8	9.9	8	10.3	10.4	10.4	10.3	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7
Jalisco	4.7	5.7	5.7	5.8	5.9	6	5.9	6	6.1	6.1	6.2	6.3
Chiapas	1.8	1.9	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Veracruz	2.2	1.8	1.9	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Resto	2.4	2.5	2.5	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7	2.8	2.8	2.9	2.9
Nacional	3.1	3.2	3	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.6	3.6
Producción			Miles de toneladas									
Sinaloa	5184	5178	2933	5322	5273	5327	5269	5336	5043	5484	5547	5608
Jalisco	2190	2824	2941	3091	3060	3069	3050	3082	3117	3154	3187	3219
Chiapas	1080	1140	1278	1372	1347	1334	1307	1310	1308	1316	1324	1331
Veracruz	1124	909	1039	1094	1069	1056	1029	1031	1038	1045	1052	1058
Resto	8756	11570	12069	12872	12900	13043	13001	13263	13546	13840	14114	14383
Nacional	18333	21613	20256	23751	23650	23829	23655	24023	24411	24841	25223	25598
Consumo												
Total	19602	20120	20071	22615	22924	23112	23019	23295	23618	23989	24320	24628

Tabla #15: Producción y consumo de maíz blanco en nuestra sociedad Mexicana.

Fuente: SFA-SAGARPA Perspectivas de largo plazo para el sector agropecuario de México 2011-2020.

Producción y consumo de trigo panificable (suave y fuerte) en México:

Año agrícola	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Superficie Sembrada			Miles de hectáreas									
Guanajuato	112.6	53.1	70.1	75.8	78.2	76.7	77.3	77.8	78.9	78.9	79.9	80.5
Sonora	74.4	87	102	102.4	104.6	104	104.4	104.8	105.4	105.5	106.1	106.5
Resto	326.3	253.9	290.9	294.8	295.4	293.9	294.4	295.1	295.9	296	296.9	297.3
Nacional	513.3	394	463	473	478.3	474.6	476.1	477.1	480.2	480.4	482.9	484.3
Superficie Cosechada			Miles de hectáreas									
Guanajuato	105.7	46.1	69.2	74.8	77.2	75.7	76.3	76.8	77.8	77.9	78.9	79.4
Sonora	74.4	87	102	102.4	104.6	104	104.4	104.8	105.4	105.5	106.1	106.5
Resto	296.1	233.3	279.2	282.9	283.5	282	282.5	283.2	284	284.1	284.9	285.3
Nacional	476.1	366.4	450.4	460.1	465.3	461.7	463.2	464.8	467.3	467.5	469.9	471.2
Rendimientos			Toneladas por hectárea									
Guanajuato	5.9	5.7	5.9	6	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8
Sonora	5.9	6.1	6.2	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7	7.1	7.2
Resto	3.5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Nacional	4.5	4.7	4.8	4.9	4.9	5	5	5	5.1	5.2	5.2	5.2
Producción			Miles de toneladas									
Guanajuato	666.2	264.6	406.3	447.8	472.6	471.1	480.7	491.3	505.2	513.2	527.2	538.3
Sonora	415.7	528.5	636.3	650.7	681.1	688.1	699.3	712.1	726.7	737.9	752.7	765.7
Resto	1038	935.9	1124	1141	1145	1140	1139	1141	1145	1145	1149	1150
Nacional	2120	1729	2166	2240	2299	2299	2139	2344	2377	2396	2429	2454
Consumo												
Total	4728	4978	5144	5195	5249	5262	5270	5276	5297	5302	5315	5321

Tabla #16: Producción y consumo de trigo planificado en México.

Fuente: SFA-SAGARPA Perspectivas de largo plazo para el sector agropecuario de México 2011-2020.

Producción y consumo de sorgo grano en México:

Año agrícola	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Superficie Sembrada			Miles de hectáreas									
Sinaloa	252	245	257	262	277	279	283	286	290	293	296	299
Guanajuato	260	234	247	270	263	264	269	272	277	280	284	287
Tamaulipas	941	891	933	1000	1026	1029	1048	1062	1080	1093	1109	1122
Resto	502	519	552	551	581	580	592	597	606	612	620	627
Nacional	1955	1889	1989	2083	2146	2152	2192	2217	2253	2278	2309	2335
Superficie Cosechada			Miles de hectáreas									
Sinaloa	163	227	229	234	247	249	253	255	259	261	264	267
Guanajuato	194	221	239	261	255	256	260	264	268	271	275	278
Tamaulipas	886	857	878	942	966	969	987	1000	1017	1029	1044	1057
Resto	448	473	529	528	557	556	567	572	581	587	594	600
Nacional	1691	1778	1876	1965	2024	2030	2068	2091	2125	2148	2177	2203
Rendimientos			Toneladas por hectárea									
Sinaloa	3.2	3.5	3.5	3.5	3.5	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Guanajuato	6.2	6.1	6.2	6.2	6.2	6.3	6.2	6.2	6.2	6.2	6.3	6.3
Tamaulipas	2.9	3.5	3.5	3.5	3.5	3.6	3.6	3.6	3.5	3.5	3.5	3.5
Resto	4	3.9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Nacional	3.6	3.9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Producción			Miles de toneladas									
Sinaloa	516	787	801	822	873	886	898	907	921	932	944	955
Guanajuato	1198	1350	1472	1621	1586	1599	1620	1641	1671	1693	1720	1743
Tamaulipas	2593	2992	3083	3322	3428	3459	3517	3565	3608	3649	3700	3743
Resto	1801	1840	2099	2111	2237	2242	2284	2305	2344	2371	2404	2433
Nacional	6108	6969	7456	7876	8124	8186	8319	8418	8544	8646	8768	8874
Consumo												
Total	8600	9400	9771	10620	10842	10966	11115	11215	11323	11408	11538	11639

Tabla #17: Producción y consumo de grano de sorgo por la sociedad Mexicana.
Fuente: SFA-SAGARPA Perspectivas de largo plazo para el sector agropecuario de México 2011-2020.

Vd.5) ANÁLISIS DE LA OFERTA.

La oferta es el volumen del bien que los productores colocan en el mercado para ser vendido.

Vd.6) EVOLUCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA OFERTA.

En los últimos años se ha incrementado notablemente la deshidratación de productos para lograr un mayor aprovechamiento de los mismos y así reducir pérdidas de productos. Empresas han aprovechado materias primas como la *Artocarpus Heterophyllus* para uso industrial de la cual no se tomaba en cuenta por su rápida descomposición.

Vd.7) OFERTA ACTUAL.

En México no existe ningún oferente específicamente de harina de *Artocarpus Heterophyllus*.

Ve) COMERCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO.

Ve.1) PRESENTACIÓN.

El producto se envasará en costales de 50 Kg cada uno, el costal llevará impreso el nombre del producto “harina de *Artocarpus Heterophyllus*”, el nombre de la empresa así como también la leyenda hecho en México y capacidad o peso del producto.

Ve.2) SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN.

La distribución del producto se hará directamente con el consumidor, absorbiendo ellos el costo del flete.

Ve.3) PRECIOS.

Para realizar un análisis de precio se realizara una comparación de los precios del producto a sustituir (alfalfa, trigo y maíz) en el mercado, por algunas de las diferentes empresas que se dedican a la venta de este forraje y son los siguientes:

Los precios serán fijados de acuerdo a la cantidad demanda y serán fijos durante un mes debido a la gran escala de precios.

El precio de venta con el que vamos a empezar será de \$ 39.80 \$/kg.

Ve.4) DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA.

La disponibilidad de la materia prima es un estudio muy importante ya que nos permite ver la factibilidad de nuestra empresa. Nuestra principal materia prima para nuestro proceso es la: *Artocarpus Heterophyllus*.

De acuerdo con la información recabada por los pobladores de Charapendo, Lombardía, Caracha, Gambara, Nueva Italia de Michoacán y en base a cálculos realizados se tiene que la cantidad de materia prima disponible es:

8 ton/día.

Por lo cual esta cantidad de materia prima es suficiente para la jornada de trabajo. La *Artocarpus Heterophyllus* ocupa una superficie de 119 hectáreas en la comunidad de Gambara, Lombardía, Charapendo, Nueva Italia y Caracha.

Ve.5) MANO DE OBRA.

En la ciudad de Uruapan Michoacán existe un índice de desempleo del 3.9% (dato proporcionado por el último censo económico realizado por INEGI) dicha cifra indica que de cada 100 habitantes en edad de laborar, existen 3.9 desempleados en promedio, por lo tanto nos indica que no habrá problemas para la contratación de personal, además que el trabajo que realizarán será sumamente sencillo y no se requiere personal con alto grado de escolaridad.

Ve.6) FINANCIEROS.

La República Mexicana está atravesando un momento difícil en su economía, ya que los diversos acontecimientos sociales, económicos y políticos han generado una nube de desestabilidad e incertidumbre en el ámbito industrial especialmente.

Existe una gran variedad de instituciones dedicadas al fortalecimiento y desarrollo de industrias existentes y de una nueva creación, las cuales se han preocupado por el bienestar y desarrollo de cualquier empresa ya sea mediana o pequeña.

Se cuenta también con algunas empresas Bancarias (BANAMEX, SERFIN, BANCOMER), Químicas (SCA, CHARANDA, BAKITI, MARVES Y CHOCOLATERAMOCTEZUMA etc.) y Gastronómicas (CHARANDERIA, FONDIUX, PANCHO PISTOLAS, GIRASOLES, etc.).

Además de contar con el apoyo de todas las empresas bancarias para poder exportar nuestro producto.

Ve.7) LEGALES.

Para la rama industrial, las prioridades se enfocan en lo siguiente: tener en cuenta lo concerniente en cuanto a las normas que afectan de manera administrativa y que restringen las actividades para el desarrollo de la empresa.

Ve.8) ADMINISTRATIVOS.

El gobierno en los aspectos administrativos, es donde enfatiza más cerca de su estado financiero, lo cual determinara ganancias para el físico y una serie de impuestos para el empleado y empresario, esto implica que por las leyes del país, afectan la organización en sentido de modificar sistemas, tanto en su estructura, como en su funcionamiento.

Ve.9) RESTRICTIVOS.

En el país existen leyes que protegen al consumidor, como son las leyes que impiden el surgimiento de monopolios, con esto se evita el control económico y de producción del producto, también existen leyes que impiden la producción de productos nocivos para la salud, así como el uso de propaganda engañosa y falsa.

Ve.10) RESTRICCIONES TECNOLÓGICAS.

El proceso de fabricación que se llevara a cabo no limita el tamaño de la planta. Un factor que podría limitarlo sería la capacidad de producción con la cual se cuente día con día.

Ve.11) CONTAMINACIÓN.

La empresa causara daños mínimos al ambiente, debido a que la producción es un proceso muy limpio y sin contaminantes, no se necesitaran materiales tóxicos ni nocivos para la salud.

Para generar los servicios se utilizara gas natural que se quemara en una fuente fija NOM-085-Ecol-1994.

Vf) LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

La localización de planta se entiende por el estudio minucioso para determinar el sitio o lugar más conveniente para el establecimiento de una planta buscando la operación optima de dicha planta, tanto desde el punto de vista económico como administrativo de acuerdo con el método de factores ponderados.

Una de las decisiones cruciales en la realización del proyecto es la determinación del sitio donde deberá quedar ubicada la planta. El éxito dependerá de si se determina correctamente esta decisión, ya que una vez hechas las instalaciones resulta prohibitivo cambiarla de lugar a consecuencias de una decisión errónea por no tomar en cuenta todos los factores necesarios.

El lugar ideal para la localización de una planta es aquel el cual se puedan conseguir los materiales, se pueda realizar el proceso y se puedan distribuir los productos, con el mínimo de costos e inconvenientes.

Vf.1) MACROLOCALIZACIÓN

Vf.1.1) ASPECTOS GEOGRAFICOS

Vf.1.1a) LIMITES POLÍTICOS.

Michoacán se encuentra en el oeste mexicano. Colinda hacia el norte con los estados de Jalisco y Guanajuato, al noroeste con el estado de Querétaro, al suroeste con el estado de Guerrero, al sur con el Océano pacífico y al este con el estado de Colima.

Vf.1.1b) EXTENSIÓN TERRITORIAL.

59864 km² el 3.1 % de la superficie total de la república. A pesar de que tiene 187 km de litoral sobre el océano, esta agrupado para los propósitos de las estadísticas oficiales entre los estados del centro y no entre los del pacífico.

Vf.1.1c) HIDROGRAFÍA.

Sus ríos desaguan en dos de las principales cuencas del país: los del norte como el Duero y Tlapujahua, hacia el sistema Lerma-Santiago; los del centro sur, como el Tepalcatepec, Cutzamala y Carácuaro, hacia el Balsas. Pequeñas corrientes como el Cohayuna, Cachan y Neixpa descienden de la Sierra Madre del Sur directamente del Pacífico.

Vf.1.1d) CLIMA.

Son diversos por lo occidentado del terreno: cálido, subhúmedo con temperatura media de 26°C; cálido seco en tierra caliente, donde se alcanzan temperaturas de 32°C en verano y 25°C en invierno, templado hacia las sierras, valles y mesetas, con temperaturas medias entre 17 y 20°C. Y vientos dominantes del oeste y sur en primavera y verano del norte en otoño; y del noroeste al sureste en invierno.

Tipo o Subtipo	Símbolo	% De la superficie estatal
Cálido subhúmedo con lluvias en verano	A(w)	34.46
Semiárido húmedo con abundantes lluvias en verano	Acm	0.49
Semiárido subhúmedo con lluvias en verano	ACw	20.4
Templado húmedo con abundantes lluvias en verano	C(m)	0.74
Templado subhúmedo con lluvias en verano	C(w)	28.64
Semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano	C(E) (m)	0.25
Semiseco muy cálido y cálido	BS1 (h')	10.75
Seco muy cálido y cálido	BS(h')	4.27
Tabla #18: Condiciones climatológicas en la región de Uruapan.		
FUENTE: CGSINEGI. Carta de climas.		

Vf.1.1e) ALTITUDES.

Mínima: al nivel del mar

Máxima: Pico de Tancítaro con 3840 m

Vf.1.1f) LITORALES.

Es una franja dentada y angosta de 200 Km de longitud, con grandes acantilados peñascos e islotes rocosos, donde la Sierra Madre del Sur se adentra hacia el mar entre los acantilados se localizan Bahías como Maruata y Bufadero.

Vf.1.1g) FLORA.

En la costa: Mangle, cocotero, huizache, pizón, cuaramo, cuajitos; en las sierras: pino, encino, oyamel y madroño.

Vf.1.1h) FAUNA.

Marítima y de lagunas costeras: Pargo, robalo, mojarra, bareto, tiburón, tortuga, langosta, caimán y aves como garzas, gaviotas y pelicanos; lagunas de Pátzcuaro: pescado blanco, chichicuilotos, patos y ranas; en las Sierras y partes altas guajolotes silvestres, codorniz pinta, gallareta, paloma de alas blancas y de collar, huilota, águila, búho, tlacuache, jaguar y venado.

Vf2) ASPECTOS SOCIECONOMICOS

Vf2.1a) CENTROS DE POBLACION MÁS IMPORTANTES.

El estado de Michoacán cuenta con los siguientes centros de población

- Morelia
- Apatzingán
- Uruapan
- Zamora
- Zitácuaro
- La piedad
- Lázaro Cárdenas

Vf2.1b) EDUCACIÓN.

Para atender las necesidades educativas del estado de Michoacán cuenta con las siguientes áreas de educación:

- Preescolar

- Educación primera
- Educación Secundaria
- Preparatoria
- Universidades públicas y privadas
- Tecnológico

Vf2.1c) SALUD PÚBLICA.

En el aspecto a lo que a salud se refiere, el estado de Michoacán cuenta con:

Vf2.1d) INFRAESTRUCTURA.

El municipio de Uruapan cuenta con la infraestructura necesaria para lo que sociedad necesite, cuenta con vías de comunicación terrestre (carreteras de más de dos carriles, autopista, etc.), cuenta también con un aeropuerto y vías férreas.

En telecomunicaciones cuenta con: teléfonos, telégrafos, fax, correos electrónicos etc.

La totalidad del estado cuenta con una buena electrificación, agua potable, drenajes y alcantarillados.

Tiene cercanía con las regiones abastecedoras de la materia prima principal, se escogió el municipio de Uruapan por su localización geográfica, mano de obra y materias primas, además que la creación de nuevas industrias permiten el desarrollo industrial del estado creando empleos y oportunidades de desarrollo.

Las principales carreteras del municipio de Uruapan son: Autopista Uruapan-Morelia, Uruapan-Apatzingán, Uruapan-Morelia, Uruapan-Paracho, Uruapan-Pátzcuaro, Uruapan-Cutzato, Uruapan-Taretan y Uruapan-San Juan. Cuenta con una estación de ferrocarril y un Aeropuerto de largo alcance localizado en el ejido urbano; lo cual nos facilitara la distribución del producto.

Vg) MICROLOCALIZACIÓN

Para determinar la microlocalización de la planta se consideran dos factores importantes los cuales son:

Vg.1) FACTORES CUANTITATIVOS.

El análisis de la microlocalización realizado es el de maximizar las utilidades y disminuir los costos, Los principales costos a minimizar serán los costos de materia prima, de producción y de distribución, por lo tanto se pone mayor énfasis en el costo de la materia prima y su transporte.

Vg.1a) RAMAS DE ACTIVIDAD.

En Michoacán las áreas de actividad económicas son los que se mencionan a continuación:

- Agricultura
- Ganadería
- Pesca
- Silvicultura
- Comercio

Vg.2) FACTORES CUALITATIVOS.

Este tipo de factores no se les puede asignar un costo, estos factores son conocidos como intangibles, los cuales fueron significativos en la decisión de la microlocalización.

Se tomó en cuenta los siguientes factores:

Vg.2a) ASPECTOS GEOGRÁFICOS.

Numéricamente se precisa a los 19°, 24' y 56" de latitud norte a sólo 4°, 3' y 56" al sur del trópico de cáncer y a una longitud de 102°, 3' y 46" al occidente del meridiano de Greenwich.

Esto beneficia y es excelente para el desarrollo de la flora y fauna, para la producción de una gran variedad de vegetales y frutales (aguacate) y para una estabilidad climática particularmente agradable, de la que tiene fama la ciudad de Uruapan, Michoacán es el más hermoso estado de la república, Uruapan es el paraíso de Michoacán.

Uruapan queda enclavada en el núcleo o macizo central, cuya mayor altura corresponde al cerro de Tancítaro. De esta cumbre de 3,860 m. sobre el nivel del mar se desprende un ramal montañoso que pasa precisamente por Uruapan y se extiende a la sierra de Tingambato y termina por unirse a la de Maravatío.

Vg.2b) EXTENSIÓN TERRITORIAL.

Tiene una extensión territorial de 954.2 km² a una altitud de 1620 m.s.n.m.

Uruapan está situada en los márgenes de una región volcánica y en terrenos montañosos de la mesa tarasca, los geólogos han encontrado un suelo apoyado sobre rocas ígneas y residuos volcánicos de diferentes edades, y sobre rocas sedimentarias que forman mantos arcillosos.

Vg.2c) CARACTERÍSTICAS Y USO DE SUELO.

Los suelos del municipio datan de los periodos cenozoico, terciario, cuaternario y eoceno, corresponden principalmente a los del tipo podzólico. Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción agrícola y ganadero.

Vg.2d) HIDROGRAFÍA.

Tanto la estructura del suelo sobre el que se asienta la ciudad y en general toda su superficie demográfica, como el de la meseta tarasca que recibe intensas filtraciones de agua que encuentran salidas propicias en Uruapan a través de fisuras en sus capas terrestres y, además, el contar con un medio de exuberante vegetación que genera el ciclo de vaporación y de lluvias copiosas y constantes durante más de medio año, contribuyeron a la formación de yacimientos de agua por todos lados.

El parque nacional Lic. Eduardo Ruiz tiene a la rodilla del diablo, es el manantial de agua más importante que existe en la ciudad pues provee grandes cantidades de agua, pero también tenemos a otros manantiales como lo son “La hierbabuena”, “El pescadito”, “Los riyitos”, “Gandarillas” y “El rabalero” haciendo en conjunto los abastecedores de agua de la ciudad de ahí sale el río cupatitzio el cual es un río joven por contar con frecuentes cascadas sinuosas, bruscas y de repentinas caídas.

Vg.2e) OROGRAFÍA.

El municipio se encuentra totalmente inmerso en el Eje Neovolcánico Transversal, por lo que su territorio es accidentado y montañoso, destacando los cerros Charanda, la Cruz, Jicalán y Magdalena, hacia el oeste, y ya fuera del municipio se encuentra el volcán Pico de Tancítaro, la mayor elevación del estado. El Municipio de Uruapan se encuentra a una altitud sobre el nivel del mar de 417,9 metros como mínima y una altura máxima de 3340 m.s.n.m.

Vg.2f) CLIMA.

Se cuenta con un clima preciado, debido a la situación geográfica de Uruapan permite uno de los climas más agradables y saludables de toda la república mexicana, ya que conocedores de la climatología opinan que Michoacán es un

estado de clima ideal, Uruapan es el paraíso de Michoacán afirmación que se sustenta con el hecho de que la ciudad se ha poblado, en una inmensa mayoría.

Vg.2g) LITORALES.

La entidad cuenta con 213 km de Litoral y 1490 km² de aguas marítimas.

V.g.2h) FLORA

Principalmente hacia el centro y norte, se dedican a la agricultura, el resto del municipio se encuentra cubierto por bosque, en el que en las zonas más elevadas se encuentran pino y encino, en zonas más bajas especies como parota, guaje, cascalote y cirrián.

Vg.2i) FAUNA.

zorrillo, venado, zorra, cacomixtle, liebre, tlacuache, conejo, pato, torcaza y chachalaca.

Su fauna se conforma principalmente por coyote, tlacuache, zorrillo, venado, zorra, liebre, conejo, ardilla, pato, torcaza, chachalaca

Vh) ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Vh.3a) CENTROS DE POBLACIÓN MÁS IMPORTANTES.

El estado de Michoacán cuenta con los siguientes centros de población más importantes:

- Morelia
- Apatzingán
- Uruapan Zamora
- Zitácuaro

- La piedad
- Lázaro Cárdenas

Vh.3b) EDUCACIÓN.

Para atender las necesidades educativas del estado de Uruapan cuenta con las siguientes áreas de educación:

- Preescolar
- Educación primaria
- Educación secundaria
- Preparatoria
- Universidades públicas o privadas
- Tecnológicos

Vh.3c) SALUD PÚBLICA.

El Municipio de Uruapan cuenta con

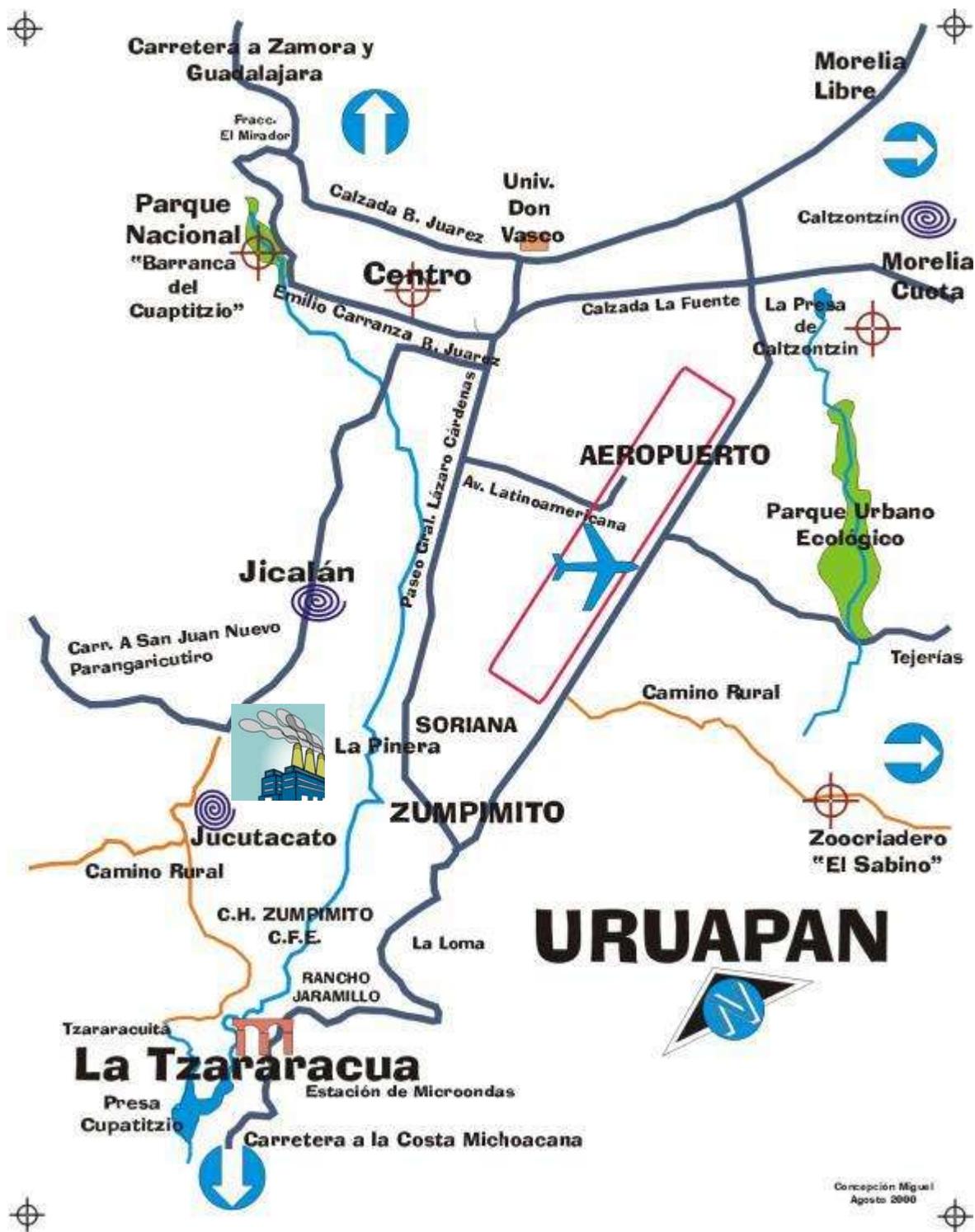
- IMSS
- ISSTE
- Clínicas particulares
- Hospitales Públicos y privados

Vh.3d) RAMAS DE ACTIVIDAD.

En Uruapan las áreas de actividad económicas son las que se mencionan a continuación:

- Agricultura
- Turismo
- Comercio

- Industria



IMG. 25: Mapa de la región de Uruapan y sus alrededores.
Fuente: www.guiarte.com.

Se investigaron municipios de Michoacán donde había abundancia de barro para fabricar nuestro secador de barro piloto.

Platicamos con los artesanos de algunos municipios para ver quién podría fabricarnos nuestro secador de barro de calidad y en el menor tiempo posible.

Fabricaron dos piezas para poder elegir la que cumpliera con nuestra necesidad.

La capacidad de nuestra nueva planta será de:

60 Ton/año

Conseguimos fruta de calidad en los municipios donde se realizó el estudio de *Artocarpus Heterophyllus*.

Aprovechamos toda esta fruta endocarpio, mesocarpio y epicarpio para después someterlos a análisis fisicoquímico y darles el uso más adecuado. La *Artocarpus Heterophyllus* es muy refrescante, llena de vitaminas y proteínas, se puede alimentar a las familias en extrema pobreza fabricando harina enriquecida con minerales valiosos que los mantenga saludables.

Vh.4) DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

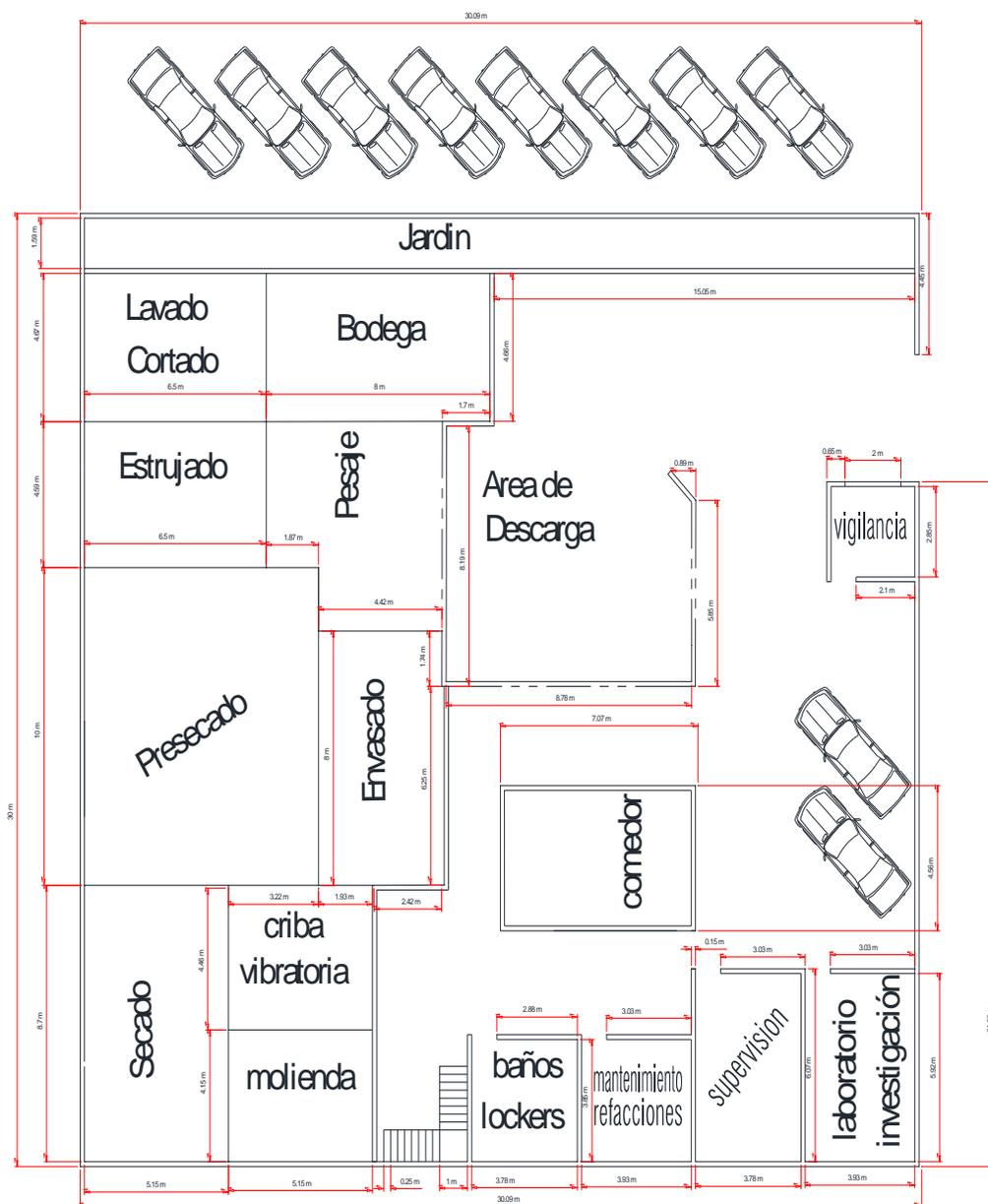


Diagrama de distribución de la planta para producir harina con *la Artocarpus Heterophyllus* en la Ciudad de Uruapan.

Fuente: Elaboración propia.

Vi) ESTUDIO TECNICO E INGENIERÍA.



Diagrama #2: conformación del estudio técnico.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla #19: Características Fisicoquímicas de la *Artocarpus Heterophyllus*. Fuente: Elaboración propia.

Químicas	Físicas
Composición Química:	Composición Física
Humedad	Largo
pH	Diámetro
Acidez	Peso fruto
Proteínas	Peso endocarpio
Grasa	Peso mesocarpio
Cenizas	Peso epicarpio
Fibra	
Azúcares	

Tabla #20: Materiales. Fuente: Elaboración propia

Embudo	Equipo de centrifugación
Malla filtrante	Celofán
Prensa	Secador (Barro y Artesanal)
Cuchillo	Parrilla y barra de agitación
Equipo Soxleht	Estufa de secado
Vasos de precipitados	Matraces Erlenmeyer
Mortero	Soportes
Equipo de destilación	Pinzas para soportes
	Piceta

Tabla #21: Materia Prima. Fuente: Elaboración propia

<i>Artocarpus Heterophyllus</i>	Manzana
Endocarpio	Papaya
Mesocarpio	Mango
Epicarpio	Kiwi

Tabla #22: Procesos de producción de harinas. Fuente: Elaboración propia.

En fresco
Centrifugación
Inmersión
Secado

Tabla #23: Ingeniería de procesos. Fuente: Elaboración propia.

Construcción de secador de barro refractario
Construcción de secador artesanal
Resolviendo las necesidades de los pobladores para poder conservar
Por más tiempo sus alimentos e incluso darles un valor agregado.

Tabla #24: Métodos de Análisis. Fuente: Elaboración propia.

Estrujamiento	Fibra
Prueba de Duncan	Secado por estufa
Índice de yodo	Cenizas totales
Humedad	Mohr
Contenido de energía	Soxleht
Contenido de proteínas Kjendahal	Volumétrico
Loery	AOAC
	Fenol sulfúrico

Tabla #25: Procesos de Recuperación. Fuente: Elaboración propia.

Harina con semilla
Secado de frutas de temporadas

Tabla #26: Reactivos. Fuente: Elaboración propia.

Benceno
Pulpa de yaca
Agua destilada
Tenso activos

Tabla #27: Localización. Fuente: Elaboración propia.

Uruapan
Charapendo
Caracha
Lombardía
Gambara

Vi.1) DISEÑO Y SELECCIÓN DEL EQUIPO

Vi.1a) DISEÑO DE UN SECADOR DE BARRO PILOTO.

El barro es abundante en algunas regiones de Michoacán con propiedades térmicas y aislantes además de ser fácil de conseguir.



IMG. 26: Secador de barro realizando pruebas con el regulador controlador de temperatura Fuente: Elaboración propia.

Vi.1b) SECADOR SOLAR ARTESANAL DE CONSTRUCCION PROPIA.



IMG. 27: Bandeja del secador con papaya. Fuente: Elaboración propia.



IMG. 28: Deshidratador solar de vidrio con fruta dentro deshidratándose. Fuente: Elaboración propia.



IMG. 29: Deshidratador solar de vidrio con fruta dentro deshidratándose Morelia. Fuente: Elaboración propia.



IMG. 30: Deshidratador solar terminado. Fuente: Elaboración propia.

- * Estructura metálica de aluminio de 20 cm de profundidad, 30 cm de largo y una altura de 50 cm. Esta, corresponde a la cámara de secado.
- * La cámara de secado se dividió en 7 entrepaños para colocación de la fruta.
- * 7 charolas con tiras de madera de 20x30 cm forradas con malla plástica antiáfida.
- * Puerta deslizable para introducción y retiro de la fruta.
- * Chimenea de lámina galvanizada para escape del vapor húmedo.
- * Colector solar del mismo material que la cámara de secado.
- * En unión de cámara y colector, colocación de malla plástica evitando la entrada de insectos y otros bichos hacia el lugar de deshidratado.
- * Colector y cámara cubiertos de cristal negro filtrasol de 3 mm.

Precio: \$2200

Vi.1c) BASCULA DE PLATAFORMA BP 200.



IMG. 31: Bascula de plataforma BP 200.

Fuente: servinox

Características:

- Función: peso, precio y total.
- Plataforma de acero inoxidable de 40 x 50 cm.
- 4 Memorias con acceso directo.
- Función de cálculo de cambio.
- Funciona con batería recargable de 4 Vcc (incluye batería y cable de corriente).
- Función de Tara.

Especificaciones Técnicas:

Modelo: BP200

Dimensiones:

0.40 X 0.64 X 0.67 m

Capacidad:

200 kg.

Dimensiones:

15 Kg.

Precio: \$ 3,108.00 M.N.

Vi.1d) MOLINO 1 HP.



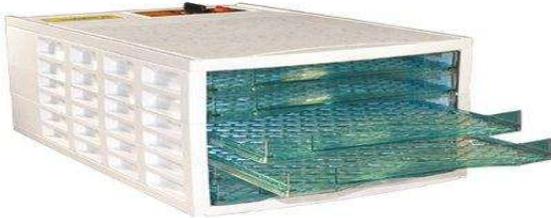
IMG. 32: Molino 1 Hp para moler granos y harinas. Fuente: servinox

Excelente equipo probado por mucho tiempo Motor de 1 Hp.

Viene a 110 Volts (se puede configurar a 220 Volts 1 fase) Trae discos metálicos Troquelados para larga vida de los discos y para un pulverizado perfecto del grano. Pastilla térmica para encendido y apagado de la maquina Incluye perilla niveladora con 9 tipos de molidos o con 6 tipos de molidos Incluye su cable tolva para correcto almacenamiento del grano.

Precio: \$6500

Vi.1e) DESHIDRATADOR DE FRUTA.



IMG. 33: Deshidratador de fruta.

Fuente: aliexpress

- Máquina deshidratadora eléctrica de 6 charolas removibles.
- Cerca de 6 pies cuadrados de espacio para secar; no necesita rotar o intercambiar las charolas de su lugar.
- Elemento calentador de 500 Watts; Ventilador silencioso de 13.75 cm.
- Termostato ajustable con código de colores; diseño ligero Medidas: 21 x 15-2/7 x 10-1/2 Pulgadas.

Precio: \$4100

VI) EVALUACIÓN ECONÓMICA- FINANCIERA DEL PROYECTO

VIa) DETERMINACIÓN DEL MONTO DE LAS INVERSIONES PARA HARINERA DE *ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS*.

Cantidad	EQUIPO	Precio \$
1	Bascula digital (100-150 kg) plataforma	3108
5	Cuchillo acero inoxidable	549
1	Molino para frutas (100kg)(1/2)HP	600
1	Maquinas deshidratadora de frutas (30 Kg) (1/2 HP)	4600
1	Molino Pasta seca	30500
1	Secador rotatorio acero inoxidable (1HP)	75000
1	Criba vibratoria de tres camas (1HP)	40600
1	Estrujadora con motor eléctrico + prensa(1HP)	8765
2	Cinta transportadora por gravedad 12x10"(1HP)	6644,48
1	Maquina envasadora semiautomática (0.5KWH)	15000
1	Maquina cerradora, Cosedora Sacos y costales	3680
1	Material y Equipo de laboratorio	30000
1	Camioneta Tornado	150000
2	Charolas Inoxidable	2500
2	Tarjas de Acero inoxidable	3000
	COSTO EQUIPO	374546,48

Tabla #22: Costo de Equipo para producir harina de *Artocarpus Heterophyllus*. Fuente: Elaboración propia.

Utilizando un método de los factores Multiplicadores de Lang para determinar la Inversión de Capital Total requerida para un proceso sólido tabla 6-10 factores multiplicadores según el tipo de proceso, capítulo 6 pág. 254, Max S Peters, Klaus D Timmerhaus, Ronald E. West, Max S. Peters, Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 5Th. Ed. New York, N.Y. Ed. Mc. Graw Hill (2003)

Inversión de capital Fijo (costo físico de la planta) = costo del equipo (factor de Lang) = 374 546.48 (4.0) = \$ 1'498 185.92

Inversión de capital Total= Inv. De Capital Fijo + Capital de Trabajo

Inversión de Capital Total =Costo del equipo (factor de Lang) = \$374 546.48 (4.7)
=\$ 1'760 368.46

VIb) COSTOS.

Para una producción anual de 60 Ton/año.

Las necesidades básicas de la planta para producir 150 kg de *Artocarpus Heterophyllus* por turno de 8 hrs, con 2 turnos/día, 5 días/semana y 40 semanas /año, serán:

Personal: Mano de Obra directa

$$\begin{aligned} 2 \frac{\text{personas}}{\text{turno}} \times \frac{8 \text{ hr}}{\text{persona}} \frac{\$ 15.00}{\text{hr}} \times \frac{2 \text{ turnos}}{\text{dia}} \times \frac{5 \text{ dias}}{\text{semana}} \frac{40 \text{ semanas}}{\text{año}} \\ = \frac{\$ 96 000}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ año}}{60 000 \text{ kg}} = \frac{\$1.60}{\text{Kg}} \end{aligned}$$

Vib.1) SALARIOS ADMINISTRACIÓN.

1 Supervisor con salario mensual de 6 000.00/mes (12 meses/año) = \$ 72 000/año
(1 año/ 60 000 kg = \$ 1.20/kg

1 Secretaria con salario mensual \$ 4 000.00 = \$ 0.80/kg

1 Administrador con salario mensual de \$ 9 000.00 = \$ 1.80/kg.

Salarios = \$ (\$ 1.20 + \$ 0.80 + 1.80) = \$ 3.80/kg

Vib.2) SERVICIOS

Vib.2a) AGUA

Conagua cobra a \$ 9.80 el m³

$$32 \frac{m^3 \text{ de } H_2O}{\text{Ton. } Arocarpus \text{ Heterophyllus}} (60 \text{ Ton/año}) = 1920 \frac{m^3}{\text{año}} \times 9.80 \frac{\$}{m^3} \\ = \$18\,816/\text{año}$$

$$\text{Costo Agua} = \frac{18\,816 \frac{\$}{\text{año}}}{\frac{60\,000 \text{ kg}}{\text{año}}} = 0.32 \text{ \$ /kg}$$

Vib.2b) ENERGÍA ELÉCTRICA

Para una producción de 150 kg/turno (1 turno/8h) = 18.75 kg/h

Hp totales de equipos = 5

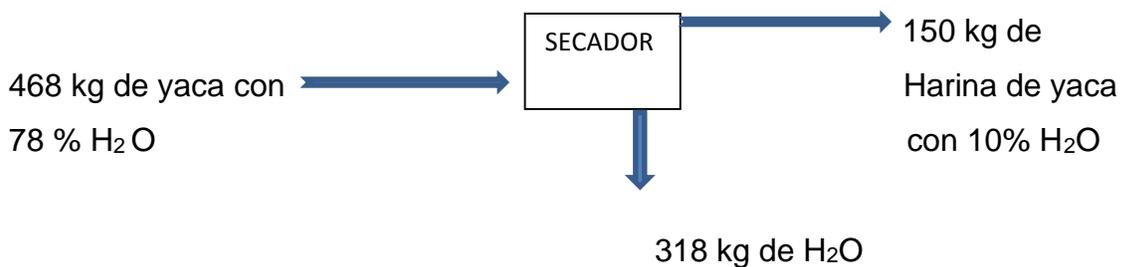
$$5 \text{ HP} \left(0.746 \frac{\text{kWh}}{\text{HP}} \right) + 0.5 \text{ kWh} = 4.23 \frac{\text{kWh}}{18.75 \text{ kg}} = 0.2256 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \times 1.1 \frac{\$}{\text{kWh}} = 0.25 \$/\text{kg}$$

Vib.2c) GASOLINA

Consumo de 20 lt/semana x (40 semanas/año) x (\$ 14.00/lt) = \$11200.00/ año x (1 año/40 000 kg) = \$ 0.28 /kg

SERVICIOS = 0.85 \$ / kg

Vib.3) COSTO DE LA MATERIA PRIMA



Yaca precio = 6.50\$/kg

C. MAT. PRIMA:

$$\frac{6.50\$}{\text{kg}} \times \frac{468 \text{ kg}}{\text{turno}} \times \frac{2 \text{ turnos}}{\text{dia}} \times \frac{5 \text{ dias}}{\text{semana}} \times \frac{40 \text{ semanas}}{\text{año}} = \frac{\$ 1\,216\,800}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ año}}{60\,000 \text{ kg}}$$

$$= \frac{\$20.28}{\text{Kg}}$$

Costo del producto = Mat. Prima+ M de O dir. + Salarios + Servicios =\$

$$(20.28+1.60+3.80+0.25+0.28+0.32) / \text{kg} = \frac{\$}{\text{kg}} 26.53$$

Con una ganancia antes de ISR del 50%

Vlc) EL PRECIO DE VENTA /Kg

\$39.80

Vld) DETERMINACIÓN DE LA TIR DEL PROYECTO

Inv. De cap. Fijo = \$ 1'498 185.92

Inv. De Cap. De trabajo = \$ 262 182.54

Inv. De Cap total = \$ 1'760 368.46

Depreciación anual= Costo del equipo instalado/ vida útil

Depreciación anual = \$374 546.48(1.43)/ 5 años = 107 120.3 \$/año

n= 5 años de vida útil

Trema = 15 % después de ISR

ISR= 35%

Vie) DEPRECIACIÓN EN LÍNEA RECTA.

Crédito de \$ 800 000 a 5 años con una tasa de interés del 10% anual con repago de 5 anualidades al final de cada año que contemplen abono a capital e interés.

Ingresos por venta anual = 39.8\$/kg (60 000 kg/año) = \$ 2 388 000 \$/año

Costos anuales= \$26.53/kg (60 000 kg/año) = \$ 1 591 800/año

FE = \$ 796 200 anuales.

Vif) FINANCIAMIENTO

$A = P (A/P, 10\%, 5) = 800\ 000 (0.2638) = 211\ 040 \text{ \$/año}$

Fin de año	Deuda	Interés 10%	Abono a capital	Pago anual
0	800 000			
1	668 960	80 000	131 040	211 040
2	524 816	66 896	144 144	211 040
3	366 258	52 482	158 558	211 040
4	191 844	36 626	174 414	211 040
5	-----	19 185	191 855	211 040

Tabla #23: Financiamiento del proyecto a 5 años: Fuente: Elaboración propia.

Fin de año	FE	Depreciación	Interés	Ingreso grabable	ISR 35%	Financiamiento	FEN
0	176036.46					800000	960368.46
1	7962000	107120.4	80000	598879	209609.9	211040	365352.11
2	7962000	107120.4	66896	611983.7	214194.3	211040	360765.7
3	7962000	107120.4	52482	626397.7	219239.12	211040	355720.8
4	7962000	107120.4	36626	642253.7	224788.8	211040	350171.2
5	7962000	107120.4	19185	659694.7	230893.10	211040	344066.9

Tabla #24: Calculo del VPN del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Vlg) VPN

$$= - 960,368.46 [365,352.11/1.15 + 360,765.70/1.3225 + 355,720.8/1.5208 + 350,171.2/1.749 + 344,066.9/1.011] = \$ 235,328.08$$

Es de aceptarse el proyecto en virtud de que $VPN > 0$

$$\text{La TIR del proyecto} = 960,368.46 = [365,352.11/(1+i) + 360,765.70/(1+i)^2 + 355,720.8/(1+i)^3 + 350,171.2/(1+i)^4 + 344,066.9/(1+i)^5] = 25\%$$

VII) ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN

COMPOSICIÓN DE *ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS*

De acuerdo al análisis realizado por el departamento de calidad de la empresa Viscofan nos arrojan los siguientes resultados, para la elaboración harinas a partir de la *Artocarpus Heterophyllus*.

Se muestra a continuación una tabla comparativa de los resultados obtenidos de un análisis Bromatológico en base húmeda y seca. Se muestran en el anexo (2) en base húmeda.

VALORES COMPARATIVOS DE DISTINTOS FORRAGES			
CONCEPTO	ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS	MAIZ	ALFALFA
pH	5.50
HUMEDAD	79.5	74%	74.00%
CENIZAS	0.30	0.10%	0.60%
PROTEINAS CRUDAS	1.50	2.20%	4.60%
FIBRA CRUDA	1.30	7.00%	9.20%
EXTRACTO ETereo		0.80%	1.00%
EXTRACTO NITROGENADO	NO	15.90%	10.60%
MATERIA SECA	20.5	26.00%	26.00%
(1) Análisis Bromatológico realizado por el Dep. De Calidad de Viscofan			
(2) Manual de veterinaria "Merck"			

Tabla #28 Comparación de propiedades Fisicoquímicas con otros forrajes.

Fuente: Elaboración propia en los laboratorios de Viscofan de Zacapu, Mich.

Cuadro 1. Características físicas del fruto

	Localidad				
60Variables	Charapendo	Caracha	Lombardía	Gambara	Uruapan
Largo (cm)	30-60	30-55	30-70	30-55	25-42
Diámetro (cm)	20-25	15-20	28-35	20-25	15-20
Peso fruto (kg)	12-25	8-18	12-30	12-25	8-15
Peso endocarpio (kg)	1-2	0.5-1	1-3	1-2	0.5-1
Peso mesocarpio (kg)	4-7	2-5	5-9	3-6	2-4
Peso epicarpio (kg)	5-15	5-12	6-18	5-12	2-9
Separación de medias según la prueba de Duncan (P≤0.05)					

Tabla #29: Características Físicas del fruto en la Región de Michoacán.

Fuente: Elaboración propia.

VIII) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VIII.1.-Se cumplió con el Objetivo General

De evaluar y determinar las características de la yaca (*Artocarpus Heterophyllus*), los factores técnicos para el procesamiento de toda la fruta (cascara, semilla y pulpa) que es un producto natural poco convencional de las regiones de la tierra caliente del estado de Michoacán, a fin de proponer procesos para dar valor agregado y se aproveche de manera sustentable.

Así como con los Objetivos particulares

1. De la caracterización de la yaca, y conociendo sus propiedades, estamos aportando recomendaciones para su aprovechamiento de manera sustentable e incentivar la recuperación de este recurso natural, con secadores de bajo costo como el de la imagen 30, al alcance de los miembros de la comunidad para incentivar la recuperación de este recurso natural y puedan consumirlo por tiempos más prolongados, evitando así, su desperdicio.
2. Se diseñó y construyó un secador solar de bajo costo que permite promover el autoempleo a nivel familiar para aprovechar íntegramente el recurso natural con que cuentan las comunidades.
3. De acuerdo con el análisis FODA y los resultados obtenidos, concluimos que la propuesta para establecer una planta de harina de yaca, es un proyecto viable ya que nuestro estado cuenta con variedades de clima donde la yaca se puede desarrollar satisfactoriamente.
4. 4. Se observa que es un proyecto de baja inversión, muy rentable y factible y cuya rápida recuperación de la inversión resulta altamente atractivo con una TIR del 25%.

Además se propone:

5. Contemplar la aplicación de valor agregado para obtener harinas enriquecidas de la *Artocarpus Heterophyllus*, a partir de la cáscara, la semilla y aprovecharlas como materia prima en la fabricación de alimentos de consumo humano y alimentos balanceados para animales.
6. Hacer una propuestas para un mayor aprovechamiento de los recursos naturales de las tierras de los campesinos en estas regiones.
7. Introducir y promover que los consumidores de harinas de trigo, maíz, etc. En nuestro país aprovechen la harina de yaca (*Artocarpus Heterophyllus*) mejorando los estándares de calidad y reduciendo costos en apoyo a la nutrición

IX) BIBLIOGRAFÍA:

[1] Red de revistas científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal.

[2] <http://www.redalyc.org/pdf/852/85201402.pdf>.

[3] <http://www.botanical-online.com/jackfruit-propiedades.htm>.

[4] (<http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>).

[5] Machicado, Jorge, "Del Desarrollo Sustentable al Desarrollo Sostenible ", Apuntes Jurídicos™, 2009.

[6] Jiménez Herrero, L. (2001): Desarrollo sostenible y la agenda local 21, CES, Comunidad Valenciana Medioambiente, Municipio y Urbanismo, Castellón.

[7] <http://www.economi-sniim.gob.mx/2010prueba/IngredientesMes.asp>.

[8] http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S08603942012000400009&Ing=es&nrm=iso&tlng.

[9] James R. Welty. 1994. Fundamentos de transferencia de momento, calor y masa, Editorial Limusa, S.A De C.V.

[10] Vázquez Barreto Antonio, Desarrollo Endógeno y Globalización, EURE, Vol. XXVI, num. 79, dic. (2000).

[11] Richard Turton, Richard C. Bailie, Wallace B. Whiting, Joseph A. Shaeiwitz, Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes, Tercera edición, Prentice Hall, , 2009.

[12] Max S. Peters, Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 5Th. Ed. New York, N.Y. Ed. Mc. Graw Hill (2003).

[13] http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11506/1/39127_1.pdf.

[14] <http://www.ffinetwork.org/monitor/Documents/Chile.pdf>.

[15] PROCESOS DE TRANSPORTE Y OPERACIONES UNITARIAS 3^a edición 1998 Geankopolis.

[16] <http://ecoremedios.com/los-sorprendentes-beneficios-para-la-salud-de-la-jaca/>.

X) ANEXOS

ANEXO X.I) PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE LA CALIDAD

X.Ia.1) DETERMINACION DE HUMEDAD

X.Ia.1.1) MÉTODO POR SECADO EN ESTUFA.

Pesar de 2 a 3 g de muestra en un pesafiltro con tapa (previamente pesado después de tenerlo a peso constante 2 hrs. a 130°C aprox.). Secar la muestra en la estufa 2 hrs. a 100-110°C. Retirar de la estufa, tapar, dejar enfriar en el desecador y pesar tan pronto como se equilibre con la temperatura ambiente. Repetir hasta peso constante. (Nielsen, 2003).

Calcular el porcentaje de humedad, reportándolo como pérdida por secado a 100-110°C.

X.Ib) DETERMINACION DE MINERALES

X.Ib.1) MÉTODO CENIZAS TOTALES (CALCINACIÓN).

Colocar a peso constante un crisol 2 hrs. aproximadamente en la mufla a 600°C.

Pesar de 3 a 5 g de muestra en el crisol (la muestra no debe sobrepasar la mitad del crisol) previamente pesado.

Calcinar la muestra, primeramente con un mechero en la campana hasta que no se desprendan humos y posteriormente meter a la mufla 2 hrs. cuidando que la temperatura no pase de 550°C. Repetir la operación anterior si es necesario, hasta conseguir unas cenizas blancas o ligeramente grises, homogéneas. Enfriar en desecador y pesar. (Kirk et al, 1996).

NOTA. No colocar los crisoles calientes en la mesa de la mufla.

Calcular el porcentaje de cenizas.

X.Ic) DETERMINACIÓN DE CLORUROS EN LAS CENIZAS MÉTODO DE MOHR.

Obtener por calcinación a 500-550°C las cenizas. En un matraz cónico o en crisol de porcelana blanca lavar las cenizas con un mínimo de agua. Agregar 1 ml de solución de cromato de potasio al 5% y titular con solución 0.1M de nitrato de plata hasta que aparezca un color naranja. (Nielsen, 2003).

Calcular el porcentaje de cloruros en las cenizas.

X.Id) DETERMINACIÓN DE FE EN LAS CENIZAS.

Dilución de las cenizas: Al crisol frío añadir con pipeta y en la campana 2mL de HCl concentrado para disolver las cenizas.

Evaporar en la campana, enfriar añadir 1 ml de HCl concentrado y 3.5 ml de agua destilada, con un agitador de vidrio tratar de disolver las cenizas en su totalidad.

Pasar cuantitativamente el líquido a un matraz aforado de 50 ml. Volver a lavar el crisol con agua dos o tres veces más, pasando los líquidos de lavado al matraz y después aforar.

Cuantificación de hierro: Filtrar la solución de cenizas y tomar alícuotas de 10 ml. Desarrollar el color añadiendo en el siguiente orden: 1 ml de solución clorhidrato de hidroxilamina (al 10%) y agitar, 5 ml de buffer de acetatos y 1 ml de ortofenantrolina al 1% y agitar.

Dejar en reposo entre 10 y 15 min. Leer a 530 nm. frente a un blanco preparado con agua tratada de la misma manera. Es muy importante añadir los reactivos en el orden descrito.

La concentración de hierro se obtiene interpolando en una curva patrón preparada a partir de una solución de sulfato ferroso amoniacal tratada de la misma forma, en concentraciones de 0.01 a 0.1 mg/ml de hierro. (SECOFI. NMX-F-503-1987).

X.Ie) DETERMINACIÓN DE CALCIO TITULACIÓN CON EDTA.

A 50 ml de muestra se añaden 2 ml de solución de hidróxido de sodio 1N o un volumen suficiente para obtener un pH de 12-13 y una punta de espátula de indicador, y se valora con solución de EDTA 0,01M hasta viraje de rosa a púrpura. (APHA, 1995).

X.If) EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LÍPIDOS (MÉTODO DE SOXHLET).

Colocar a peso constante un matraz bola de fondo plano con perlas o piedras de ebullición en la estufa a 100°C, aproximadamente 2 hrs.

Pesar de 4 a 5 g de muestra sobre un papel, enrollarlo y colocarlo en un cartucho de celulosa, tapar con un algodón (No apretar el algodón contra la muestra) y colocar el cartucho en el extractor.

Conectar el matraz al extractor, en el que se debe encontrar el cartucho con la muestra, y posteriormente conectar éste al refrigerante. (No poner grasa en las juntas). Agregar dos cargas del disolvente (generalmente éter etílico) por el refrigerante y calentar el matraz con parrilla a ebullición suave. Para verificar que se ha extraído toda la grasa, dejar caer una gota de la descarga sobre papel filtro, al evaporarse el disolvente no debe dejar residuo de grasa.

Una vez extraída toda la grasa, quitar el cartucho con la muestra desengrasada, seguir calentando hasta la casi total eliminación del disolvente, recuperándolo antes de que se descargue. Quitar el matraz y secar el extracto en la estufa a 100°C por 30 min., enfriar y pesar. (James, 1999).

Calcular el porcentaje de grasa.

X.Ig) DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PERÓXIDOS (MÉTODO VOLUMÉTRICO).

Pesar 5.00 ± 0.05 g de aceite o grasa en un matraz Erlenmeyer de 250 ml y adicionar 25 ml de una solución de ácido acético/diclorometano (3:2), disolviendo perfectamente. Adicionar 0.5 ml de una solución saturada de yoduro de potasio y dejar reposar en la oscuridad durante 60 s, medidos con cronómetro.

Añadir 75 ml de agua desionizada hervida y fría, titular lentamente con tiosulfato de sodio 0.1 N. Si se gastan menos de 3 ml, diluir el titulante a 0.01 N. Agitar vigorosamente durante la titulación hasta obtener un color amarillo pálido. Adicionar 0.5 ml de solución de almidón indicador (almidón soluble al 1% en agua) y continuar la titulación hasta la desaparición del color azul por 30 seg. (Método AOAC 965.33).

El índice de peróxidos se obtiene calculando los miliequivalentes de tiosulfato utilizados en la titulación por kilogramo de muestra.

X.Ih) PROTEÍNA CRUDA. “MÉTODO DE KJELDAHL” (Método Oficial AOAC 2001.11).

X.Ih.1) DIGESTIÓN.

Pesar de 0.1-0.2g de muestra e introducir en un tubo de Kjeldahl, y agregar 0.15g de sulfato de cobre pentahidratado, 2.5g de sulfato de potasio o sulfato de sodio y 10 ml de ácido sulfúrico concentrado.

Encender el aparato y precalentar a la temperatura de 360°C. Colocar los tubos en el portatubos del equipo Kjeldahl y colocarlo en el bloque de calentamiento.

Ajustar la unidad de evacuación de gases con las juntas colocadas sobre los tubos de digestión.

Accionar la trampa de succión de gases antes de que se produzcan éstos. Calentar hasta total destrucción de la materia orgánica, es decir hasta que el líquido quede transparente, con una coloración azul verdosa.

Una vez finalizada la digestión, sin retirar la unidad de evacuación de gases, colgar el portatubos para enfriar.

Después del enfriamiento, desconectar la trampa.

X.Ih.2) DESTILACIÓN.

En un matraz Erlenmeyer de 250 ml adicionar (según se indique) 50 ml de HCl 0.1N y unas gotas de indicador rojo de metilo 0.1% o bien 50 ml de ácido bórico 4% con indicadores.

Conectar el equipo de destilación y esperar unos instantes para que se genere vapor.

Colocar el tubo de digestión con la muestra diluida y las sales disueltas en un volumen no mayor de 10 ml de agua destilada, en el aparato de destilación cuidando de introducir la alargadera hasta el fondo de la solución.

Adicionar sosa al 36% (hasta 40 ml aproximadamente). Encender el equipo de destilación hasta alcanzar un volumen de destilado en el matraz Erlenmeyer de 100-150mL, lavar la alargadera con agua destilada, recoger el agua de lavado sobre el

destilado. Una vez finalizada la destilación, regresar la palanca de vapor a la posición original.

Titular el exceso de ácido (en el caso de recibir el destilado en HCl 0.1N) con una solución de NaOH 0.1 N. En el caso de recibir con ácido bórico, con una solución de HCl 0.1N.

Calcular el % de proteína considerando las reacciones que se llevan a cabo.

X.ii) CARBOHIDRATOS TOTALES

X.ii.1) MÉTODO DEL FENOL-SULFÚRICO.

Preparar una solución o suspensión de la muestra en agua, procurando que los carbohidratos se encuentren en el intervalo de sensibilidad del método (10-100g/ml).

En tubos de ensaye perfectamente etiquetados, colocar 1 ml de la solución o suspensión acuosa de la muestra.

Para cada tubo adicionar 0.6 ml de una solución acuosa de fenol al 5%. Mezclando perfectamente, adicionar cuidadosamente 3.6 ml de ácido sulfúrico concentrado, homogeneizar.

NOTA. Realizar todo el procedimiento para un tubo antes de seguir con el siguiente. Dejar enfriar la mezcla a temperatura ambiente (aproximadamente 30 min.) y determinar la intensidad del color naranja obtenido en un colorímetro a 480 nm, frente a un blanco preparado de la misma manera utilizando agua. (Dubois et al, 1956).

Calcular la cantidad de carbohidratos presentes en la muestra a partir de una curva patrón preparada con el carbohidrato de interés en el intervalo del método (10-100g de glucosa/ml), mínimo 5 puntos, tratada de la misma manera que el problema.

X.If) ANÁLISIS DE POLISACARIDOS

X.If.1) DETERMINACIÓN DE FIBRA DIETÉTICA. MÉTODO AOAC 985.29.

Reactivos Kit TDF (Total Dietary Fiber Assay Kit):

1. amilasa termoestable. Producto Sigma A3306.
2. Proteasa. Producto Sigma C7906.
3. Amiloglucosidasa. Producto Sigma A9913.
4. Celita. Producto Sigma C8656.

X.If.2) PREPARACIÓN DE MATERIAL:

Calentar los crisoles por una hora a 525°C y enfriar. Adicionar 0.5 g de celita a cada crisol y secar a 130°C hasta peso constante. Enfriar en desecador y pesar. Registrar el peso.

Preparación de la muestra:

Homogeneizar, secar y moler la muestra en un homogeneizador.

Pasar por un tamiz de malla de 0,3 - 0,5 mm.

Extraer con éter de petróleo sí el contenido de grasa es superior al 10 %, tres veces con porciones de 25 ml / g de muestra.

Anotar la pérdida de peso por la remoción de la grasa y considerarlo en el cálculo final.

X.If.3) DETERMINACIÓN.

Efectuar la determinación del blanco en duplicado y en las mismas condiciones descritas en el procedimiento para el análisis de muestras.

Pesar por duplicado alrededor de 1 g de muestra en un matraz de 500 ml. El peso de las muestras no debe diferir en más de 20 mg.

Adicionar 50 ml de buffer de fosfatos 0.08M pH 6.0, Medir pH y ajustar a $\text{pH } 6 \pm 0.2$ si es necesario.

Adicionar 0.1 ml de la solución de α -amilasa. Cubrir el matraz con papel aluminio, colocarlo en un baño de agua y hervir durante 15 minutos. Agitar a intervalos de 5 minutos. El contenido debe llegar a 95 - 100 °C.

Enfriar la solución a temperatura ambiente.

Ajustar pH a 7.5 ± 0.2 con aproximadamente 10 ml NaOH 0,275 N.

Adicionar 5 mg de proteasa (preparar una solución de proteasa de 50mg/ml y adicionar 0.1mL a cada matraz). Cubrir el matraz con papel aluminio e incubar 30 minutos a 60 °C con agitación continua.

Enfriar y añadir 10 ml de HCl 0,325 N.

Medir el pH y ajustar a 4,0 - 4,6.

Añadir 0.1 ml amiloglucosidasa, cubrir con papel aluminio e incubar 30 minutos a 60 °C con agitación continua.

Adicionar 280 ml de etanol al 95 % precalentado a 60 °C.

Dejar precipitar a temperatura ambiente por 60 minutos.

Pesar el crisol que contiene celita, humedecerlo y redistribuir el celita en el crisol usando etanol al 78 % y aplicar succión.

Mantener la succión y transferir cuantitativamente el precipitado al crisol.

Lavar el residuo sucesivamente con tres porciones de 20 ml de etanol al 78 %, dos porciones de 10 ml de etanol al 95 % y dos porciones de 10 ml de acetona.

Se puede formar goma con algunas muestras, atrapando el líquido. Si así fuera, rompa la película de la superficie con espátula para mejorar el filtrado. El tiempo de filtración y lavado variará de 0,1 a 6 horas, con un promedio de 1 1/2 hora por muestra. Se pueden evitar tiempos largos de filtración, mediante una succión intermitente y cuidadosa.

Secar el crisol que contiene el residuo durante la noche en estufa de vacío a 70 °C o en estufa de aire a 105 °C.

Enfriar en desecador y pesar. Restar el peso del crisol y de la celita para determinar el peso del residuo.

Analizar proteínas usando N x 6,25 como factor de conversión en el residuo de una de las muestras de los duplicados.

Calcinar el residuo de la segunda muestra del duplicado durante 5 horas a 525 °C.
Enfriar en desecador y pesar.

Restar el peso del crisol y de la celita para determinar cenizas. Efectuar la determinación del blanco en duplicado y en las mismas condiciones descritas en el procedimiento para el análisis de muestras.

Corregir el residuo restándole las cenizas, proteína y blanco correspondiente.

X.Ig) PECTINAS

X.Ig.1) PRECIPITACIÓN CON ETANOL.

Colocar 3 g de muestra desengrasada, de preferencia con etanol/benceno, en un embudo con filtro de vidrio poroso y extraer con una solución al 0.5% (p/v) de oxalato de amonio durante 2 h. a 85°C. Repetir la extracción 4 veces.

Combinar los filtrados y acidificar ligeramente con HCl 1M. Adicionar 4 volúmenes de etanol con agitación y dejar sedimentar el precipitado. Decantar el sobrenadante sobre un embudo con filtro de vidrio poroso previamente colocado a peso constante. Transfiera el precipitado al embudo y lave con etanol al 70% ligeramente acidificado con HCl, seguido de etanol y terminando con acetona.

Colocar el embudo en la estufa a 100°C hasta secar completamente, enfriar y pesar. El residuo corresponde a las sustancias pécticas. (Nielsen, 1998).

X.Ih) PREPARACIÓN DE SOLUCIONES.

X.Ih.1) REACTIVO DE HANUS.

Disolver 13.615 g de yodo en 825 ml de ácido acético glacial, calentar para disolver. Enfriar.

Tomar 25 ml de la solución de yodo y titular con tiosulfato 0.1N, usando 1mL de almidón como indicador.

Adicionar 3mL de Bromo a 205 ml de ácido acético glacial.

A 5 ml de solución de bromo adicionar 10 ml de KI al 15% y titular con tiosulfato de sodio al 0.1N y 1 ml de almidón como indicador.

Calcular el volumen de la solución de bromo requerida para adicionar a los 800 ml de solución de yodo, de forma que la solución final contenga el doble de halógeno.

X.Ih.2) REACTIVO DE DNS.

Mezclar 80 ml de NaOH al 10% con 150 ml de agua destilada, agregar 150 g de tartrato de sodio y potasio tetrahidratado.

Calentar a 50°C y agitar constantemente.

Agregar 5 g de DNS y agitar constantemente a 50°C., enfriar a temperatura ambiente y filtrar. Aforar a 500 ml. Guardarlo en frasco ámbar en lugar fresco y seco.

X.Ih.3) REACTIVO DE BIURET.

1.- Disolución A: Disolver 1,5 g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ y 6 g de tartrato sódico-potásico en 500 ml de agua destilada.

2.- Disolución B: Preparar 300 ml de NaOH al 10% (p/v).

3.- Juntar las disoluciones A y B y llevar el volumen a 1 litro.

X.Ih.4) REACTIVO DE LOWRY.

Solución prestock: Disolver 4 g de NaOH + 30 g de Na₂CO₃. Aforar con agua destilada a 1 L (guardar a temperatura ambiente).

Tartrato de Sodio y Potasio 4% (w/v): Disolver 4g de KNaC₄H₄O₆. 4H₂O y aforar con agua destilada a 100 ml (guardar en refrigerador).

Sulfato cúprico 2% (wv): Disolver 2g de sulfato de cobre y afora con agua destilada a 100mL (guardar a temperatura ambiente).

X.Ih.4a) SOLUCIÓN LOWRY A.

Mezclar 1 ml de solución de tartrato de sodio y potasio + 1 ml de solución sulfato de cobre aforar con solución pre-stock a 100 ml.

Nota: respeta el orden de adición de las soluciones para evitar formación de precipitados. La cantidad de muestra a preparar es de acuerdo al número de muestras a procesar.

X.Ih.4b) SOLUCIÓN LOWRY B.

Diluir Reactivo Folin 1:1 con agua destilada. Calcular la cantidad a preparar según las muestras procesadas diarias. Esta solución se dura solo un día.

X.Ih.5) REACTIVO DE FEHLING.

X.Ih.5a) REACTIVO A.

Disolver 69.28 g de sulfato de cobre pentahidratado y 1 ml de ácido sulfúrico 1M en 1L de agua. La solución puede almacenarse indefinidamente.

X.Ih.5b) REACTIVO B.

Disolver 346g de tartrato de sodio y potasio tetrahidratado (sal de Rochelle) y 100g de hidróxido de sodio en agua y aforar a 1L. La solución es estable indefinidamente si es almacenada en un recipiente hermético (James, 1999).

X.Ih.6) REACTIVO DE YODO (PARA DETERMINACIÓN COLORIMÉTRICA DE ALMIDÓN).

Pesar 1.269 g I₂ y mezclarlos con 1.8 g de KI disolver en 100 ml con agua.

X.Ih.7) ORTOFENANTROLINA AL 1%.

Pesar 0.1g de ortofenantrolina y disolverlo en 80mL de agua destilada a 80°C, enfriar y aforar a 100 ml).

X.Ih.8) BUFFER DE ACETATOS PARA DETERMINACIÓN DE FE.

Pesar 8.3 g de acetato de sodio anhidro, adicionar 12 ml de ácido acético glacial y aforar a 100 ml con agua destilada.

X.Ih.9) ÁCIDO BÓRICO CON INDICADORES.

Pesar 40g de ácido bórico y disolverlo en 800 ml de agua destilada posteriormente adicionar 35 ml de fenolftaleína al 0.1% en alcohol, y 10 ml de una mezcla de rojo de metilo 0.066% con verde de bromocresol 0.033% en alcohol. Aforar a 1L.

X.Ih.10) REACTIVO COLORANTE AZUL BRILLANTE.

Preparar una solución colorante de Azul Brillante de Coomasie G-250 0.1 mg/ml con ácido fosfórico al 8.5% y etanol al 4.75%.

X.Ih.11) SOLUCIÓN DE CARREZ I.

Pesar 21.9 g de acetato de zinc dihidratado y adicionar 3.0 ml de ácido acético glacial, aforar a 100 ml de agua.

X.Ih.12) SOLUCIÓN DE CARREZ II.

Pesar 10.6 g de ferrocianuro de potasio y disolverlo en 100 ml de agua.

8.13 Solución I/KI al 3%.

Disolver 7.5 g de I₂ y 7.5 g de KI en 250 ml de agua.

X.Ih.13) SOLUCIÓN DE CLORURO DE SODIO ALCOHÓLICA.

Mezclar 350 ml de alcohol con 50 ml de solución de NaCl 20% y aforar a 500 ml con agua.

X.ii) COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS.

Metilación de Ácidos Grasos. Las muestras de aceite de cártamo alto oleico y la estearina de palma (50-70 mg) fueron derivatizadas donde los compuestos resultantes se conocen como metilésteres de los ácidos grasos. Estas se realizaron preparando la muestra mediante el método Ce 1-62 AOCS (2000). En el cual se lleva a cabo una metilación de los ácidos grasos con BF_3 metanólico como catalizador. Posteriormente la composición de ácidos grasos insaturados (AGI) y saturados (AGS) de la muestra fue cuantificada por inyección directa de los metilésteres (0.2 μl) en un cromatografo de gases, técnica Ce 1-62 (AOCS 2000). Los esterres metílicos fueron analizados en un i de gases (Varian 3400, Varian de México) con un detector de ionización de flama (FID) e integrador Varian. Se utilizó una columna capilar con fase estacionaria de 100% de polisiloxano biscianopropil SP-2560 (100m X 0.25 mm d.i X 0.2 μm ; Supelco, Inc., Bellefonte. PA 16823-0048 USA). La temperatura del horno se programó a 140-210°C por 4°C/min seguido 210-215°C por 1°C/min y finalmente de 215-220°C por 0.5°C/min. Se utilizó nitrógeno como gas acarreador con flujo de 20 cm/s. La temperatura del inyector y detector fue de 250°C. La identificación y cuantificación de los picos se realizaron por comparación con los tiempos de retención y las áreas de los estándares correspondientes (Sigma Chemical Co., St Luis MO).

Xb) ANEXO 2.- RESULTADOS DE ANÁLISIS REALIZADOS PARA LA ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS.



SILLIKER MEXICO S.A. DE C.V., CIUDAD DE MEXICO INFORME DE RESULTADOS PARCIAL

NUM.ORDEN: 89413

México D.F. martes, 01 de marzo de 2016

FECHA DE INGRESO:05/02/2016 12:29:16 p.m.
COMPAÑIA:VISCOFAN DE MEXICO
 DIRECCIÓN:AVE. DEL SIGLO No. 150 CIRCUITO INTERIOR
 PARQUE INDUSTRIAL MILENNIUM
 SAN LUIS POTOSI C.P.:78396 Tel:443 1691141

ATENCION:Alejandro Arturo Anaya Gómez

IDENTIF. DE LA MUESTRA:

FECHA MUESTREO: 05/02/2016 HORA: :
 MUESTREADO POR: VISCOFAN DE MEXICO
 DESCRIPCIÓN DE MUESTRA: JACA
 PROCEDENCIA: VISCOFAN DE MEXICO

MUESTREADOR: CLIENTE
 MATRIZ: Frutas y Hortalizas

NUM.LAB: 89413 - 1

AC PARÁMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	UNIDADES	RESULTADO	I	Fecha Inicio	A.	Fecha Terminó
Absorción Atómica							
Calcio (AOAC)	AOAC 985.35	mg/kg	1179.28	0.1007	17/02/2016	ERR	25/02/2016
Hierro (AOAC)	AOAC 985.35	mg/kg	5.61	0.17	17/02/2016	ERR	24/02/2016
Magnesio (AOAC)	AOAC 985.35	mg/kg	350.05	1.5	17/02/2016	ERR	25/02/2016
Sodio (AOAC)	AOAC 985.35	mg/kg	N.C	0.106	17/02/2016	ERR	25/02/2016
Cromatografía							
Colesterol	AOAC 976.26	mg/100g	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Grasa Total (Cromatografía)	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Vitamina A	AOAC 2001.13	µg/100 g	N.D	0.1197	25/02/2016	CHH	26/02/2016
Vitamina C	Cromatografía de Líquidos	mg/100g	<2.0		08/02/2016	CHH	09/02/2016
Araquídico C:20	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Araquidónico C:20:4n6	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Behénico C:22	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Butírico C:4	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Capríco C:10	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Caprílico C:8	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Caproico C:6	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Cis-Docosadiénico C:22:2	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Cis-Docosahexanóico C:22:6n3	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Cis-Eicosadiénico C:20:2	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Cis-Eicosapentanoico C:20:5n3	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Cis-Eicosatrienoico C:20:3n3	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Cis-Eicosatrienoico C:20:3n6	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Cis-Eicosenoico C:20:1	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Cis-Heptadecanóico C:17:1	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Cis-Linoleico C:18:2n6	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Cis-Miristoleico C:14:1	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Cis-Oleico C:18:1	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Cis-Pentadecanóico C:15:1	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Eruico C:22:1n9	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Estéarico C:18	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Henicosanóico C:21	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Heptadecanóico C:17	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Laurico C:12	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016

Este informe de resultados no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización de Silliker México, S.A. de C.V.
 Los resultados se refieren únicamente a las muestras o unidades de prueba analizadas. Página 1 De 3

México, D.F.
 Carlos B. Zetina No. 138,
 Col. Tascubaya,
 México, D.F., C.P. 11870
 leonila.martinez@mxns.com
 Tel. (55) 5273 5077

Guadalupe, Jal.
 Circuito de la Productividad Norte
 No. 138 Int. 3
 Parque Industrial Guadalupe
 El Salto, Jalisco, C.P. 46630
 servicio_cliente_gdl@mxns.com
 Tel. (33) 3164 9317 y 3825 4006

Guadalupe, Gro.
 Carretera al Campo Militar,
 Conjunto Industrial San Antonio,
 No. 306 Int. 3
 Col. San Antonio de la Punta C.P. 76185
 monica.reyes@mxns.com
 Tel. (492) 216 1633

**SILLIKER MEXICO S.A. DE C.V., CIUDAD DE MEXICO INFORME DE RESULTADOS
PARCIAL**

NUM.ORDEN: 89413

México D.F. martes, 01 de marzo de 2016

FECHA DE INGRESO:05/02/2016 12:29:16 p.m.
COMPAÑIA:VISCOFAN DE MEXICO
DIRECCIÓN:AVE. DEL SIGLO No. 150 CIRCUITO
INTERIOR
PARQUE INDUSTRIAL MILENNIUM
SAN LUIS POTOSI C.P:78395 Tel:443 1691141

ATENCION:Alejandro Arturo Anaya Gómez

AC PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	I	Fecha inicio	A.	Fecha Termino
Cromatografia							
Lignocérico C:24	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Linolénico C:18:3:n3	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Linolénico C:18:3:n6	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Mirístico C:14	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Nervónico C:24:1	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Palmitico C:16	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Palmitoléico C:16:1	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Pentadecanoico C:15	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Trans-Elaidico C:18:1	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Trans-Linolelaídico C:18:2n6	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Tricosanoico C:23	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Tridecanoico C:13	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Undecanoico C:11	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Grasa Monoinsaturada	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Grasa Poliinsaturada	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Grasa Saturada	AOAC 996.06	%	ND		16/02/2016	MVM	25/02/2016
Físico-Químico							
Carbohidratos	FDA	%	15.03		29/02/2016	CHH	29/02/2016
Cenizas (AOAC)	AOAC 900.02	%	1.56		16/02/2016	AMG	18/02/2016
Contenido Energético (Kcal)	FDA	kcal/100g	78.56		29/02/2016	CHH	29/02/2016
Contenido Energético (kJ)	FDA	kJoule/100g	333.88		29/02/2016	CHH	29/02/2016
Humedad (AOAC)	AOAC 925.45	%	78.8		18/02/2016	AMG	18/02/2016
Proteína (AOAC)	AOAC 2001.11	%	4.61		16/02/2016	MQ	19/02/2016

VALORACIÓN DE LA YACA DE COMUNIDADES DE MICHOACÁN, PARA OBTENCIÓN DE HARINAS ENRIQUECIDAS EN PROYECTOS DE DESARROLLO SUSTENTABLE.

**SILLIKER MEXICO S.A. DE C.V., CIUDAD DE MEXICO INFORME DE RESULTADOS
PARCIAL**

NUM.ORDEN: 89413

México D.F. martes, 01 de marzo de 2018

FECHA DE INGRESO: 05/02/2018 12:29:16 p.m.

COMPañIA: VISCÓFAN DE MEXICO

DIRECCIÓN: AVE. DEL SIGLO No. 150 CIRCUITO
INTERIOR

PARQUE INDUSTRIAL MILENNIUM

SAN LUIS POTOSÍ C.P.: 78395 Tel: 443 1691141

ATENCIÓN: Alejandro Arturo Anaya Gómez

AC PARÁMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	UNIDADES	RESULTADO	I	Fecha Inicio	A	Fecha Término
--------------	------------------	----------	-----------	---	--------------	---	---------------

I = Incertidumbre Expandida (expresada a un nivel de confianza de 95% y un factor de cobertura k=2)

OBSERVACIONES ANALÍTICAS

89413-1 AA-006 Sodio (AOAC) N.C= No cuantificado
L.C= 100 mg/kg

89413-1 CR-006 Colesterol ND= NO DETECTADO

89413-1 CR-100 Grasa Total (Cromatografía) ND= NO DETECTADO

89413-1 CR-102 Vitamina A N.D. = No Detectado

89413-1 CR-312 Anquidico C20 ND= NO DETECTADO

89413-1 FQ-305 Proteína (AOAC) Análisis realizado en Silliker Qro. 146733-1

LA. Cristina Hernández Sup. Química

Xc) ANEXO 3 TABLA DE LOS FACTORES PONDERADOS.

Factores a evaluar	Peso	%
1. Materias Primas	0.2	20
2. Fletes de ferrocarril	0.03	3
3. [Transporte en camión	0.07	7
4. Transporte en barco	0.01	1
5. Transporte Aéreo	0.01	1
6. Agua para uso industrial	0.12	12
7. Eliminación de desechos	0.05	5
8. Combustible	0.07	7
9. Energía	0.07	7
10. Mano de obra	0.05	5
11. Clima	0.08	8
12. Factores de la comunidad	0.03	3
13. Posibles puntos de venta	0.1	10
14. Desarrollo industrial actual	0.1	10
15. Estímulos Fiscales	0.01	1
Total	1	100

[12]Max S. Peters, Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 5Th. Ed. New York, N.Y. Ed. Mc. Graw Hill (2003).