





# Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ingeniería Química

**Colegio de Ingeniería en Alimentos**

“Propuesta de un sistema de inocuidad para la  
detección de riesgos de contaminación en vainas  
de *Vanilla Planifolia* G. Jacks durante su  
beneficiado (SCIBVA)”

COLOQUIO DE TESIS PROFESIONAL

*Que para obtener el título de:*

**INGENIERO EN ALIMENTOS**

*PRESENTAN:*

Yaricela Cruz Díaz

Lucero Leyva Abascal

*Asesora interna:*

Dra. María Lorena Luna Guevara

*Asesores externos:*

Dr. Braulio Edgar Herrera Cabrera

Dr. Víctor Manuel Salazar Rojas

Puebla, Pue. 2016

CRUZ-LEYVA | 2  
SCIBVA |







Oficio No. FIQ/AC/1278/2015  
Asunto: Prórroga de Registro de Tema de Tesis

**C. YARICELA CRUZ DÍAZ**  
**PASANTE DE LA LICENCIATURA**  
**EN INGENIERÍA EN ALIMENTOS**  
**P R E S E N T E:**

Por medio del presente me permito informarle de la Prórroga del Registro del Tema de Tesis Profesional de la Licenciatura en Ingeniería en Alimentos cuyo Título es el siguiente:

**“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INOCUIDAD PARA DETECCIÓN DE RIESGOS DE CONTAMINACIÓN DE VAINAS DE *Vanilla Planifolia* G. Jacks DURANTE SU BENEFICIADO”**

**INTRODUCCIÓN**

**CAPÍTULO I                    MARCO TEÓRICO**  
**CAPÍTULO II                METODOLOGÍA**  
**CAPÍTULO III              RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**CONCLUSIONES**  
**BIBLIOGRAFÍA**

Director de Tesis: Dra. María Lorena Luna Guevara  
Co-Asesor de Tesis: Dr. Braulio Edgar Herrera Cabrera  
Dr. Víctor Manuel Salazar Rojas

Lo cuál me permito comunicarle para su conocimiento y fines consiguientes aclarando que la vigencia de este tema será **ÚNICAMENTE POR TRES MESES A PARTIR DEL 19 DE NOVIEMBRE DEL 2015 AL 19 DE FEBRERO DE 2016.**

**A T E N T A M E N T E**  
**“Pensar Bien, Para Vivir Mejor”**  
**H. Puebla de Z., 13 de noviembre del 2015**

**M.I.C MA. GPE. TITA NAZQUEZ DE LOS MONTEROS**  
**SECRETARIA ACADÉMICA**



C.c.p. Director de Tesis: Dra. Maria Lorena Luna Guevara  
Co-Asesor de Tesis: Dr. Braulio Edgar Herrera Cabrera  
Dr. Victor Manuel Salazar Rojas

Archivo.

Facultad  
de Ingeniería  
Química

Av. San Claudio s/n, Col. San  
Manuel, Ciudad Universitaria,  
Puebla, Pue. C.P. 72570  
01 (222) 229 55 00  
Ext. 7250 y 7251



Oficio No. FIQ/AC/1277/2015  
Asunto: Prórroga de Registro de Tema de Tesis

C. LUCERO LEYVA ABASCAL  
PASANTE DE LA LICENCIATURA  
EN INGENIERÍA EN ALIMENTOS  
P R E S E N T E:

Por medio del presente me permito informarle de la Prórroga del Registro del Tema de Tesis Profesional de la Licenciatura en Ingeniería en Alimentos cuyo Título es el siguiente:

**“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INOCUIDAD PARA DETECCIÓN DE RIESGOS DE CONTAMINACIÓN DE VAINAS DE *Vanilla Planifolia* G. Jacks DURANTE SU BENEFICIADO”**

**INTRODUCCIÓN**

CAPÍTULO I            MARCO TEÓRICO  
CAPÍTULO II          METODOLOGÍA  
CAPÍTULO III        RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CONCLUSIONES  
BIBLIOGRAFÍA

Director de Tesis:    Dra. María Lorena Luna Guevara  
Co-Asesor de Tesis: Dr. Braulio Edgar Herrera Cabrera  
Dr. Víctor Manuel Salazar Rojas

Lo cuál me permito comunicarle para su conocimiento y fines consiguientes aclarando que la vigencia de este tema será **ÚNICAMENTE POR TRES MESES A PARTIR DEL 19 DE NOVIEMBRE DEL 2015 AL 19 DE FEBRERO DE 2016**.

**A T E N T A M E N T E**  
“Pensar Bien, Para Vivir Mejor”  
H. Puebla de Z., 13 de noviembre del 2015

M.I.C MA. GPE. TITA VAZQUEZ E. DE LOS MONTEROS  
SECRETARIA ACADÉMICA



C.c.p. Director de Tesis: Dra. María Lorena Luna Guevara  
Co-Asesor de Tesis: Dr. Braulio Edgar Herrera Cabrera  
Dr. Victor Manuel Salazar Rojas

Archivo.

*Para ti vainillero...*  
*Y mi pedacito de mundo: México.*

## Agradecimientos

Mis eternos agradecimientos a mi Dios y a mi inigualable familia: Cristina, Octavio, Liz y Liliana, que sin su luz, apoyo y amor no llegaría hasta donde me encuentro ahora. Son toda mi fuerza e inspiración, gracias por lo que hemos logrado.

Dra. Ma. Lorena Luna Guevara gracias por confiar en mí, por su tiempo, apoyo, dedicación y paciencia, pero sobre todo gracias por el gran aprendizaje que me deja.

¡Lucy!, amiga, estoy en deuda contigo, de verdad muchas gracias por permitirme compartir este precioso proyecto lleno de grandes experiencias hermosas y por enseñarme tantas cosas en este largo camino. Mil gracias bonita.

Dr. Víctor M. Salazar Rojas, Dr. Juan L. Silva, Dr. Juan José Luna Guevara, Dra. Ma. Elena Ramos Cassellis y Dr. B. Edgar Herrera Cabrera por su valioso tiempo, consejos y apoyo durante este proyecto, muchas gracias.

A todos y cada y uno de mis amigos amorosos que me alentaron cada día a dar lo mejor en este proyecto, gracias infinitas.

Gracias a aquellas hermosas personas: Sra. Lucero Abascal y compañeras de laboratorio por su tiempo y apoyo dedicado en este trabajo.

Gracias a los productores de vainilla de la región del Totonacapan (Puebla - Veracruz) que sin ellos muchos proyectos así no serían más que palabras.

¡Muchas gracias!

# CONTENIDO

---

	<i>Página</i>
<b><i>Índice de Figuras</i></b>	<b>6</b>
<b><i>Índice de Tablas</i></b>	<b>7</b>
<b><i>Resumen</i></b>	<b>8</b>
<b><i>Introducción</i></b>	<b>10</b>
<b><i>Objetivos</i></b>	<b>14</b>
<b><i>Objetivo general</i></b>	<b>14</b>
<b><i>Objetivos particulares</i></b>	<b>14</b>
<b><i>Hipótesis</i></b>	<b>14</b>
<b><i>Marco Teórico</i></b>	<b>15</b>
<b><i>Capítulo 1 PROGRAMAS DE INOCUIDAD DE ALIMENTOS</i></b>	<b>15</b>
<b>1.1 Generalidades</b>	<b>17</b>
<b>1.2 Programas de inocuidad de alimentos</b>	<b>18</b>
1.2.1 Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)	18
1.2.2 Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)	19
1.2.3 Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC)	20
1.2.4 Norma ISO 22000:2005 Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos – Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria	24
<b>1.3 Divulgación de inocuidad en programas rurales</b>	<b>27</b>
1.3.1 Generalidades	27
1.3.2 Desarrollo rural	27
1.3.3 Vacíos tecnológicos en seguridad alimentaria	28
1.3.4 Desarrollo e implementación de programas de inocuidad para productores	28
1.3.5 Sistema de divulgación	29
1.3.6 Desarrollo de herramientas	30
<b><i>Capítulo 2. NORMATIVIDAD INTERNACIONAL Y NACIONAL</i></b>	<b>31</b>
<b>2.1 Normatividad internacional de vainilla</b>	<b>31</b>
2.1.1 Generalidades	31
2.1.2 Criterios de exportación de especias	34
<b>2.2 Normatividad Nacional de vainilla</b>	<b>38</b>
2.3.1 Generalidades	38

2.3.2 Vainilla del Totonacapan	40
<b>Capítulo 3 VAINILLA Y SU PROCESO DE BENEFICIADO</b>	<b>43</b>
<b>3.1 Generalidades de la Vainilla</b>	<b>43</b>
3.1.1 Especies	44
<b>3.2 Microbiota presente en vainas de vainilla</b>	<b>46</b>
3.2.1 Generalidades	46
3.2.2 Microorganismos indicadores de inocuidad	46
<b>3.3 Etapas del proceso de Beneficiado y condiciones</b>	<b>52</b>
3.3.1 Etapas de procesamiento	53
3.3.2 Tipos de beneficiado	55
<b>3.4 Usos de la vainilla</b>	<b>57</b>
<b>Metodología</b>	<b>58</b>
<b>Fase 1 Sistemas de producción y beneficiado de vainas verdes de vainilla</b>	<b>59</b>
1.1 Estudio comparativo del proceso de producción de vainilla	59
1.2 Estudio comparativo del proceso de beneficiado de vainilla	59
<b>Fase 2 Cumplimiento de Pasos Preliminares del SCIBVA</b>	<b>59</b>
<b>2.1 Sistema de pre-requisitos</b>	<b>59</b>
<b>2.2 Pasos preliminares</b>	<b>59</b>
2.2.1. Selección del equipo de trabajo	59
2.2.2 Descripción del producto	60
2.2.3 Diagrama de Flujo del Proceso de beneficiado y verificación <i>in situ</i> .	60
<b>Fase 3 Cumplimiento de los Principios del SCIBVA</b>	<b>60</b>
<b>3.1 PRINCIPIO 1: Análisis de peligros</b>	<b>61</b>
3.1.1 Identificación de Peligros	61
3.1.2 Evaluación de peligros	61
<b>3.2 PRINCIPIO 2: Determinación de los puntos de control crítico (PCC)</b>	<b>67</b>
3.2.1 Evaluación de peligros	67
3.2.2 Criterios de evaluación para medidas de control	67
3.2.3 Evaluación de medidas de control	67
<b>3.3 PRINCIPIO 3: Establecimiento del SCIBVA</b>	<b>68</b>
<b>Fase 4 Elaboración del Cuadro de Gestión SCIBVA</b>	<b>69</b>
<b>4.1 Plan asociado a parámetros de calidad</b>	<b>69</b>
<b>4.2 Plan asociado a parámetros de inocuidad</b>	<b>69</b>

<b>Fase 5</b>	<b>70</b>
5.1 Diseño de herramienta didáctica	70
<b>Resultados y discusión</b>	<b>71</b>
<b>Fase 1: Sistemas de producción y beneficiado de vainas verdes de vainilla</b>	<b>71</b>
1.1 Estudio comparativo del proceso de producción de vainilla	71
1.1.1 Región de estudio	71
1.2 Estudio comparativo del proceso de beneficiado de vainilla	73
1.2.1 Etapas del proceso y condiciones	74
1.2.2 Producción	76
<b>Fase 2: Cumplimiento de Pasos Preliminares del SCIBVA</b>	<b>78</b>
2.1 Sistema de pre-requisitos	78
2.1.1 Sistema de producción y Prácticas agrícolas, control de plagas y control de químicos	78
2.1.2 Análisi de peligros durante la producción de vainas de vainilla verde	78
2.2 Pasos preliminares	81
2.2.1. Selección del equipo de trabajo SCIBVA	81
2.2.2 Descripción del producto	83
2.2.3 Diagrama de Flujo del Proceso de beneficiado y verificación <i>in situ</i> .	85
<b>Fase 3: Cumplimiento de los Principios del SCIBVA</b>	<b>88</b>
3.1 PRINCIPIO 1: Análisis de peligros	88
3.1.1 Identificación de Peligros	88
3.1.1.1 Peligros Biológicos	88
3.1.1.1.1 Peligros Biológicos presentes durante el beneficiado de vainas de vainilla	88
3.1.1.1.3 Peligros Biológicos Insectos	94
3.1.1.2 Peligros Químicos	94
3.1.1.3 Peligros Físicos	96
3.1.2 Evaluación de peligros	98
3.2 PRINCIPIO 2: Determinación de los Puntos Críticos de Control	102
3.2.2 Criterios de evaluación para medidas de control	102
3.2.3 Evaluación de medidas de control	103
3.3 PRINCIPIO 3: Establecimiento del plan SCIBVA	104
<b>Fase 4: Elaboración del Plan de Calidad del SCIBVA</b>	<b>108</b>
4.1 Plan asociado a los parámetros de calidad	108
4.1.1 Etapa de recepción	109
4.1.2 Etapa de Marchitamiento	110
4.1.3 Etapa de Secado (Sudados y Tendidos)	111
4.1.4 Etapa de reposo	112

<b>4.2 Plan asociado a los parámetros de inocuidad</b>	<b>119</b>
<b><i>Fase 5: Creación de Herramienta de Divulgación para el SCIBVA</i></b>	<b>120</b>
<b><i>Conclusiones</i></b>	<b>121</b>
<b><i>Bibliografía</i></b>	<b>141</b>

## Índice de Figuras

<i>Figura 1 Áreas que verifican las BPM</i>	20
<i>Figura 2 Tareas preliminares del sistema APPCC</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<i>Figura 3 Principios del sistema APPCC. Fuente: Manual de aplicación APPCC, Piñeiro et al., 2000.</i>	<b>Error!</b> <b>Bookmark not defined.</b>
<i>Figura 4 Planificación ISO 22000:2005</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<i>Figura 5 Mapa que señala la producción global de vainilla, Fuente: FAOSTAT 2012</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<i>Figura 12 Etapas del proceso de beneficiado y condiciones</i>	52
<i>Figura 14 Diagrama general de la metodología</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<i>Figura 15 Sistema de muestreo durante el proceso de beneficiado</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<i>Figura 17 Dilución de muestras en agua peptonada</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<i>Figura 18 Metodología de análisis microbiológicos</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<i>Figura 19 Microorganismos Coliformes Totales en medio Rojos Bilis Violeta</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<i>Figura 21 Hongos y Levaduras en medio Agar Papa Dextrosa</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<i>Figura 22 Ubicación geográfica de la región del Totonacapan</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## Índice de Tablas

<i>Tabla 1 Producción global de vainilla, Fuente: FAOSTAT 2012</i>	32
<i>Tabla 2 Características de calidad de la vainilla. Fuente: De la Cruz et al., 2009</i>	33
<i>Tabla 3 Especificaciones internacionales para la vainilla</i>	35
<i>Tabla 4 Grupos indicadores de inocuidad en vainas beneficiadas de vainilla</i>	38
<i>Tabla 5 Especificaciones de la vainilla por grado de calidad y tipo. Fuente: Norma Mexicana NMX-FF-074-SCFI-2009</i>	42
<i>Tabla 6 Vainillas colombianas y algunos de los microorganismos endófitos naturalmente asociados a ellas. Fuente: Gamboa-Gaitán, 2014</i>	50
<i>Tabla 7 Formato de análisis de peligros para el plan SCIBVA</i>	61
<i>Tabla 8 Formato de Valor de PXS de cada peligro</i>	67
<i>Tabla 9 Evaluación de medidas de control, Variables 1-7; Programas de Prerrequisitos operacionales (PPRo) y Puntos Críticos de Control (PCC)</i>	68
<i>Tabla 10 Formato de formulario del plan SCIBVA</i>	69
<i>Tabla 11 Formato de cuadro de gestión SCIBVA Donde P=Principio</i>	70
<i>Tabla 12 Análisis de peligros durante la producción de vainas de vainilla</i>	79
<i>Tabla 13 Cuadro de integración de equipo SCIBVA</i>	82
<i>Tabla 14 Cuadro de integrantes del equipo SCIBVA y detallado de responsabilidades</i>	82
<i>Tabla 15 Cuadro de descripción de ingredientes y materiales usados en el producto</i>	83
<i>Tabla 16 Cuadro de Descripción del producto</i>	83
<i>Tabla 17 Brotes alimentarios producidos por contaminación cruzada de superficies</i>	93
<i>Tabla 18 Recuento de grupos indicadores en superficies vivas durante el beneficiado</i>	94
<i>Tabla 19 Análisis de Peligros y de contaminación durante el proceso de beneficiado de vainas de vainilla</i>	96
<i>Tabla 20 Evaluación de características fisicoquímicas de vainas verdes de vainilla durante la Recepción de frutos</i>	109
<i>Tabla 21 Evaluación de características sensoriales de vainas verdes de vainilla durante la Recepción de frutos</i>	110
<i>Tabla 22 Características fisicoquímicas de vainas durante las etapas de sudados y tendidos</i>	111
<i>Tabla 23 Características sensoriales de vainas verdes de vainas de vainilla durante las etapas de sudados y tendidos</i>	112
<i>Tabla 24 Características fisicoquímicas de vainas verdes de vainas de vainilla durante la etapa de reposo</i>	113
<i>Tabla 25 Características sensoriales de vainas verdes de vainas de vainilla durante la etapa de reposo</i>	114
<i>Tabla 26 Cuadro de gestión del plan de calidad SCIBVA</i>	115



# Resumen

---

El cultivo de la vainilla (*V. planifolia* G. Jacks) es originario de México, específicamente de la región del Totonacapan, cercana al Golfo de México. Para darle valor agregado al fruto verde de la vainilla, las vainas son sometidas al proceso de beneficiado para su conservación, exponiéndolas a un tratamiento de deshidratación conocido como beneficiado. Adicionalmente la vainilla es el segundo saborizante natural más importante de la industria alimentaria. Aunado a esta importancia económica la vaina de vainilla debe mantener ciertos requisitos de calidad y dar cumplimiento con lineamientos de inocuidad. De ahí que el objetivo de este estudio fue diseñar un *Sistema de Calidad e Inocuidad para el Beneficiado de Vainilla (SCIBVA)*, con la finalidad de minimizar los peligros e identificar los puntos de control a los que está expuesta la vainilla durante su beneficiado.

El diseño del *SCIBVA* consistió en cinco fases de estudio (Fase 1: Selección de los sistemas de producción y beneficiado de vainas verdes de vainilla, Fase 2: Establecer los pasos preliminares del Sistema de Calidad e Inocuidad en el proceso de beneficiado de vainilla (*SCIBVA*) necesarios para evaluar riesgos y puntos críticos, Fase 3: Determinar los principios de análisis y prevención de riesgos requeridos del *SCIBVA*. Fase 4: Desarrollar el Plan del *SCIBVA* el cual consiste en integrar la información obtenida en las Fases 1, 2 y 3. Fase 5: Diseñar una guía como recurso didáctico para difundir el Plan del *SCIBVA* a los productores y beneficiadores de la región) y verificación *in situ*, mismas que permitieron conocer y analizar cada etapa del proceso de beneficiado desde la producción de la vainilla hasta la obtención del producto deshidratado. Para las fases 1 y 2 y poder conocer las condiciones de cultivo y de beneficiado, se aplicaron cuestionarios (Cuestionario I y II) con productores y beneficiadores de vainilla provenientes de la región del Totonacapan. La Fase 3 consistió en el establecimiento de 5 principios del sistema *SCIBVA*: P1. Análisis de peligros, P2 Determinación de los puntos de control crítico (PCC), P3. Establecimiento del *SCIBVA*, P4. Elaboración de los Planes asociados a los parámetros de calidad e inocuidad.

Para desarrollar el P1 y analizar los peligros de tipo biológico se realizaron evaluaciones de los grupos indicadores de inocuidad (Bacterias Mesófilas Aerobias: BMA, Coliformes Totales: CT y Hongos y Levaduras: H y L) y se aislaron e

identificaron enterobacterias, en vainas provenientes de cuatro etapas: recepción, marchitamiento, secado y almacenamiento consideradas en dos sistemas de beneficiado; al mismo tiempo de haber realizado un muestreo en las superficies inertes en contacto con el material vegetal durante su procesamiento en cada etapa del proceso. Mientras que para el P4 y desarrollo del Plan de los parámetros calidad se realizaron evaluaciones de las propiedades fisicoquímicas (pH, actividad acuosa, firmeza, contenido de humedad, peso, longitud) y sensoriales (color, flexibilidad y brillantez) considerando vainas provenientes de las mismas etapas y sitios seleccionados en los análisis microbiológicos.

En relación con la Fase 5 y la divulgación del *SCIBVA*, se desarrolló una guía como material didáctico y de fácil acceso para los productores de vainilla, en el cual se reúnen las medidas correctivas y monitoreo de los límites críticos de los planes calidad e inocuidad. Finalmente el *SCIBVA* es una herramienta útil e integral, cuyo establecimiento permitirá minimizar los riesgos de contaminación y dar cumplimiento con los requisitos de calidad del producto durante el proceso de beneficiado de la vainilla.

# Introducción

---

El comercio internacional de los productos alimenticios en todos los sectores aumenta notablemente y con ello genera beneficios sociales y económicos, debido a la alta demanda de alimentos en el mundo. La industria alimenticia tiene la obligación de generar productos de calidad a través de procesos óptimos y que aseguren la inocuidad durante toda la cadena de producción. Lo anterior debido al crecimiento de la población, resulta más complejo el tema de propagación de Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (ETAS). Los cambios de la población en cuanto a sus hábitos alimenticios han permitido generar y perfeccionar técnicas de producción, preparación y distribución de alimentos, es entonces imprescindible el control de la higiene para asegurarla salud del consumidor.

La inocuidad de los alimentos es un factor determinante para la aceptación de productos, esto implica la ausencia de contaminantes, adulterantes, toxinas o cualquier sustancia que pueda ser nociva a un alimento. Asimismo la inocuidad permite generar productos de calidad, ya que estos estarán libres de microorganismos, así los productos pueden abrir nuevos mercados, el aseguramiento de calidad e inocuidad generan un crecimiento en la productividad y competitividad en el ámbito rural (Ibarra, 2012).

En este documento se señalan exclusivamente los riesgos microbiológicos en la inocuidad de las vainas de vainilla durante su beneficiado, recepción selección, procesamiento y empaque.

Existen tres países principales que comercializan la vainilla a nivel mundial, estos son Madagascar, México y Tahití (McGregor, 2005); siendo Madagascar la de mayor volumen de producción. El principal centro de comercialización de la vainilla en México es la ciudad de Papantla, Veracruz (Bruman, 1948; Kourí, 2004) en donde se localizan no sólo la mayoría de los beneficios, sino en donde también llegan los compradores de las diversas industrias para adquirir la materia prima necesaria para sus productos (SAGARPA, 2013). Sin embargo al igual que otros recursos genéticos de México *Vanilla Planifolia* presenta una problemática compleja derivada principalmente de dos factores relacionados con su uso y conservación. La sobreexplotación y subutilización del recurso es decir la mayor parte de las poblaciones silvestres han sido genéticamente erosionadas y en algunos casos eliminadas por colectas excesivas para establecer plantaciones a tal grado que la especie se encuentra sujeta a protección especial por el gobierno mexicano, con el fin de evitar su extinción y por otra parte, su cultivo no se ha desarrollado de manera adecuada, ya que actualmente México produce cerca del 1% de la producción mundial.

En México, la mayor parte de la vainilla que se comercializa, ya sea con destino nacional o internacional, es en “verde” según ello se explica tanto por las condiciones productivas ligadas a los aspectos económicos y sociales de los productores, así como su escasa organización, han impedido incrementar la producción de vainilla beneficiada (Hernández, 2011).

La comercialización de la vainilla muy poco ha sido controlada por los productores, desde hace mucho tiempo que está dominada por intermediarios, originarios de la misma región, o por empresas con infraestructura adecuada para el beneficio, almacenamiento y venta al exterior. La capacidad de competitividad de la producción de vainilla depende de la calidad e inocuidad, siendo un reto para los productores de vainilla, poder satisfacer los estándares de calidad impuestos por las barreras fitosanitarias y los requerimientos de sabor y aroma que los consumidores demandan. La escasa aplicación de las prácticas de higiene limita las posibilidades de acceso a nuevos mercados; además de poner en riesgo a la población a través del consumo de productos que no cumplen con la calidad e inocuidad alimentaria además de tener que alcanzar los nuevos y más exigentes estándares. En relación con la situación mencionada los productores requerirán realizar cambios en sus prácticas de producción, por lo que deben incurrir en costos y hacer inversiones. Pero como menciona (Báez, 2014) este proceso requiere etapas de sudados y almacenamiento en los cuales no hay condiciones controladas de humedad y temperatura, que contribuyen a la contaminación de la vainilla, principalmente por el desarrollo de bacterias y hongos deteriorativos, y que por la falta de inocuidad durante el proceso de beneficiado de vainilla, no existe un control de calidad en producto terminado.

El interés económico generado por la explotación de campos petroleros en el norte del estado de Veracruz, genera unos altos niveles de deterioro a los vainillales cercanos y poco a poco aumentan las dificultades de financiamiento para proyectos que generen una recuperación de espacios de producción de vainilla. Además de necesitarse una política decidida de impulso a la producción, es evidente la falta en México de tecnología hortícola para resolver los problemas del cultivo de vainilla (Salazar, 2011).

Hay una corta valoración de la agricultura tradicional, que no ha permitido el desarrollo de técnicas modernas, más acordes con el conocimiento científico de las especies y la demanda del mercado (Soto, 2006). Sin embargo las prácticas tradicionales sin considerar las condiciones de inocuidad pueden generar condiciones para el crecimiento de algunos patógenos y plagas. La alta calidad de la vainilla mexicana se encuentra relacionada con en

el proceso de beneficiado, de ahí la necesidad de requerir procesos estandarizados con los cuales se asegure la calidad del producto y se busquen más mercados con demandas exigentes. Es decir, existe la necesidad de crear propuestas que identifique y conserven los atributos de calidad de la vainilla y que se relacionen con la contribución en su composición y características fisicoquímicas, mismas que se encuentran relacionadas con el desarrollo de microorganismos en los frutos a partir de su cosecha y durante su beneficiado.

La poca información de lineamientos y normatividad para producción y beneficiado de vainilla no proporciona al productor el conocimiento necesario para controlar las fuentes de contaminación extrínsecas durante el beneficiado. A lo cual las exigencias puntuales sanitarias y de inocuidad para exportar vainilla en vaina no serán accesibles mientras no se cumpla con estos requisitos (de sanidad e inocuidad). Es necesario que a través de la investigación científica se establezcan los límites y condiciones de procesos para implementar programas de aseguramiento de calidad en productos junto con sus futuras acciones correctivas; para esto es necesario conocer el funcionamiento e implementación de Programas de Inocuidad. Uno de los programas más utilizados es, el sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC), el cual constituye un enfoque preventivo y sistemático, recomendado por diferentes organizaciones internacionales como la Comisión del *Codex Alimentarius*, la Organización Mundial del Comercio (OMC), la Organización Mundial de Salud Animal (OIE) y la Convención Internacional para la Protección de los Vegetales (CIPV), entre otras. Todas estas comisiones y dependencias ayudan a regular la inocuidad de muchos productos incluyendo especias y hierbas, por medio de con sus normas generales sobre higiene, contaminantes y residuos de plaguicidas. Asimismo con dichos organismos se establecen normas de calidad a nivel mundial para muchas especias incluyendo la de más relevancia a nivel mundial, como son la pimienta negra, vainilla y nuez moscada y hierbas como el romero, tomillo y albahaca, dando pie a la contribución del aseguramiento de la inocuidad de los alimentos durante toda la cadena agroalimentaria (González, 2009; FAO, 2005).

En el estudio de la calidad microbiológica de vainas de vainilla (*Vanilla Planifolia*) sometidas a diferentes tipos de beneficiado realizado por (Báez, 2014) se han encontrado en vainas beneficiadas altos recuentos de los principales grupos indicadores que se establecen en la NOM-182-SCFI-2011; es decir, no se llega a cumplir con los límites establecidos por dicha norma, lo cual representa un grave problema de control de inocuidad del producto, además de repercutir en la salud de los consumidores. Asimismo la, demanda actual por la de producción de alimentos inocuos en los que sus procesos estén regidos por sistemas de inocuidad con los cuales se establece un control de calidad para productos finales (Piñeiro et al., 2000).

La carencia de aplicación de sistemas de control de calidad durante la cadena de producción de vainilla resulta en una limitación para los productores y beneficiadores por enfrentarse a los altos niveles de tecnificación de procesos alimentarios y sus sistemas de inocuidad requeridos para su comercialización nacional e internacional. Poniendo además, en riesgo la demanda de vainilla beneficiada mexicana por parte de los principales importadores. Siendo Estados Unidos el más grande importador mundial de especias al año y el principal consumidor de vainilla dado que si no se cumple con esta demanda, no sólo cuantitativa, sino también cualitativamente, se podría ver afectada la cadena de producción de vainilla en México. De esta manera con la información obtenida en éste trabajo se seguirá dando cumplimiento con uno de los objetivos del Macro proyecto de investigación, denominado *Estrategia de Investigación aplicada para el fortalecimiento, innovación y competitividad de la producción de vainilla en México*.

De acuerdo con la situación mencionada con la presente investigación se propuso elaborar una propuesta de un Sistema de inocuidad, el cual se encuentre orientado a disminuir Riesgos y Puntos Críticos de Control durante el proceso de beneficiado de vainas de vainilla. El sistema está basado en análisis microbiológicos, fisicoquímicos y resultados de entrevistas, visitas *in situ*, revisión de las condiciones del proceso.

Finalmente con este sistema se pretende difundirlo de una forma accesible que permita a los productores por medio de una guía que sea de fácil acceso y útil, diseñada para seguirse durante el proceso de beneficiado de vainilla y que permita minimizar los riesgos de producción así como establecer control de peligros, su monitoreo y posibles acciones correctivas que minimicen la presencia de organismos patógenos y deteriorativos.

## Objetivos

---

## Objetivo general

Diseñar una propuesta de un Sistema que permita disminuir Riesgos e identificar los Puntos Críticos de Control durante el proceso de beneficiado de vainas de vainilla.

## Objetivos particulares

- Seleccionar y conocer los procesos de beneficiado a partir de un estudio mediante visitas in situ y aplicación de cuestionarios con productores y beneficiadores de la región de estudio (Fase 1).
- Establecer los pasos preliminares del Sistema de Calidad e Inocuidad en el proceso de beneficiado de vainilla (SCIBVA) necesarios para evaluar riesgos y puntos críticos (Fase 2).
- Determinar los principios de análisis y prevención de riesgos requeridos para el desarrollo del SCIBVA (Fase 3).
- Desarrollar el Plan del SCIBVA el cual consiste en integrar la información obtenida de las Fases 1, 2 y 3 (Fase 4).
- Diseñar una guía como recurso didáctico para difundir el Plan del SCIBVA a los productores y beneficiadores de la región (Fase 5).

## Hipótesis

---

*El SCIBVA identifica los peligros asociados a riesgos durante el proceso de beneficiado de vainilla.*

## Marco Teórico

---

## Capítulo 1 PROGRAMAS DE INOCUIDAD DE ALIMENTOS

La calidad surge como un elemento de distinción entre los productos, por esta razón la industria alimentaria está condicionada a modificar la oferta de productos ante un mercado globalizado; la calidad estará determinada entonces por el cumplimiento de los requisitos legales y comerciales, la satisfacción del consumidor y la producción de una mejora continua. Al mismo tiempo que se incrementa el comercio de alimentos alrededor del mundo, se incrementan los riesgos asociados a la falta de inocuidad en productos, pero gracias a la demanda y exigencias por parte de los consumidores se han adoptado tecnologías que permiten perfeccionar los procesos de producción, preparación y distribución (Carro y González, 2012).

Debe ser la mayor prioridad para consumidores, productores y gobierno lograr la inocuidad de los productos vegetales para su ingreso al mercado, pues en el caso de América Latina, las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETAS), padecimientos que se originan por la ingesta de alimentos infectados con agentes contaminantes en cantidades suficientes para afectar la salud del consumidor, son una de las principales causas de muerte, y en México representan un grave problema de salud pública (Luna, 2011). Así la gran parte de los alimentos se convierten potencialmente peligrosos para el consumidor sólo después de que han sido violados los principios de higiene, limpieza y desinfección.

Existen programas de inocuidad que están dirigidos a prevenir las ETAS a través de disminuir la presencia de los patógenos más comunes que son bacterias, virus, hongos y parásitos (OMS, 2005). A nivel mundial se han generado acuerdos para adoptar sistemas de aseguramiento de la calidad debido a que existen diversos peligros asociados a los alimentos en el momento de su consumo, esto debido a la falta de control adecuado durante toda la cadena alimentaria conformada por productores primarios, productores de alimentos para animales, fabricantes de alimentos, operadores de transporte, agentes de limpieza, aditivos e ingredientes además de proveedores de servicios.

Durante el año 1997, el Presidente Clinton realizó el anuncio de una Iniciativa de inocuidad Alimentaria (Food Safety Initiative) para mejorar la inocuidad del abastecimiento de alimentos en el país, debido al impacto en la población generado por la detección de un mayor número de ETAS importadas y producidas en los Estados Unidos, siendo las frutas y hortalizas el tema de mayor importancia, diferentes organizaciones de Estados Unidos participaron en conjunto para la creación del plan titulado “Iniciativa para asegurar la Inocuidad de las Frutas y Hortalizas Nacionales e Importadas (Initiative to Ensure the Safety of Imported and Domestic Fruit and Vegetables),” para garantizar que tanto frutas como

hortalizas importadas o producidas por el país cumplieran con las más altas normas de calidad e inocuidad alimentaria. Así se constituyeron programas como Buenas Prácticas Agrícolas y de Manufactura

Las causas que originaron el impulso de esta iniciativa fue reportada por Departamento de Agricultura de los Estados Unidos cual cita de 6.5 a 33 millones casos de enfermedades causadas por microbios patógenos y 9,000 defunciones anuales. Se han detectado más de 40 tipos de microbios patógenos asociados con los alimentos, entre los que se encuentran los hongos, virus y bacterias. De seis patógenos estudiados, el costo médico por la enfermedad es estimado entre 12.9 mil millones de dólares al año (Rushing, 2012). Como resultado de la firma del Tratado de Libre Comercio, México es el segundo abastecedor de productos agropecuarios del mercado estadounidense, de ahí la importancia económica y social por lo debe considerar a este tipo de iniciativas como un reto y una oportunidad para incrementar la participación de las frutas y hortalizas mexicanas en dicho mercado, así como también para fortalecer la imagen de nuestro país en materia de seguridad y calidad de los productos frescos (INIFAP, 2010).

La inocuidad de los alimentos se refiere a la existencia de estos peligros y sugiere un estricto control a través de toda la cadena alimentaria (ISO5565-1, 1999). Tradicionalmente el control de los alimentos se centraba en la inspección de los productos finales y de los establecimientos de elaboración y distribución de los mismos. En los últimos años se percibe una tendencia creciente que considera un enfoque multidisciplinario que abarca toda la cadena agroalimentaria. Lo anterior debido a que muchos de los problemas de inocuidad de los alimentos pueden tener su origen en la producción primaria. Se requieren de procedimientos orientados a garantizar la inocuidad y la calidad de los alimentos (Castellanos et al., 2004).

Específicamente en el *Codex Alimentarius* se abarcan los principios generales de higiene de los alimentos basados en los siete principios del sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (APPCC) es esencial que las plantas procesadoras de alimentos desarrollen, implementen y documenten programas para controlar factores que pueden o no estar relacionados con el proceso de manufactura; estos programas son las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Procedimientos Estándares de Operación (POES) que consisten en procedimientos generales para controlar las condiciones de los procesos dentro de una planta procesadora, además de proporcionar un ambiente favorable para obtener productos sanos e inocuos. La comisión del *Codex Alimentarius* fue creada en 1963 por la FAO y la OMS para el desarrollo de normas alimentarias con el propósito principal de proteger la salud del consumidor, asegurar

prácticas de comercio claras y promocionar la coordinación de todas las normas alimentarias acordadas por organizaciones gubernamentales o no gubernamentales

## 1.1 Generalidades

En todos los sistemas de producción de alimentos intervienen diversas interacciones entre el medio ambiente, factores físicos, factores químicos, factores microbiológicos y factores socioeconómicos que determinan el estado del producto durante su cadena de producción. Cualquier cambio generado durante la cadena productiva, producirá cambios en los procesos y por lo tanto en la calidad del producto final. Los sistemas dentro de ciertas regiones climáticas llegan a ser difícilmente aislados, por lo tanto las actividades cercanas a estos sistemas pueden ser causantes de interacciones e influir considerablemente en el producto.

Cuando en un sistema de control de los alimentos se utilicen especificaciones microbiológicas, químicas o físicas, éstas deberán basarse en principios científicos sólidos, indicándose, cuando proceda, los procedimientos de vigilancia, los métodos analíticos y los límites de actuación (CAC/GL, 2008) así la calidad del producto se determinará por el cumplimiento de dichas especificaciones que a su vez pueden verse afectadas por un posible deterioro, de los cuales puede ser: riesgo biológico, riesgo químico o riesgo físico, que usualmente están relacionados con la intervención del hombre durante los procesos.

Para el caso de la contaminación microbiológica puede ser preciso restringir o controlar el acceso a las áreas de elaboración. Cuando los riesgos sean particularmente altos, puede ser necesario que el acceso a las áreas de elaboración se realice exclusivamente pasando a través de un vestuario. Se podrá tal vez exigir al personal que se ponga ropa protectora limpia, incluido el calzado, y que se lave las manos antes de entrar. Las superficies, los utensilios, el equipo, los aparatos y los muebles se limpiarán cuidadosamente y, en caso necesario, se desinfectarán después de manipular o elaborar materias primas alimenticias.

En el caso de la contaminación física y química, deberá haber sistemas que permitan reducir el riesgo de contaminación de los alimentos por cuerpos extraños, como fragmentos de vidrio o de metal de la maquinaria, polvo, humo nocivo y sustancias químicas indeseables. En la fabricación y elaboración se utilizarán, en caso necesario, dispositivos apropiados de detección o de selección (CAC/GL, 2008).

Así los factores que limitan la calidad de los productos del sistema pueden evaluarse mediante la ejecución de estudios de vigilancia planeados cuidadosamente; el deterioro

biológico y microbiológico puede reducirse mediante la aplicación de diversas medidas preventivas, tanto antes como después de la cosecha, como por ejemplo, medidas adecuadas de lucha contra plagas y enfermedades y buenas prácticas agrícolas, seguidas de buenas prácticas de manufactura durante el proceso (Piñeiro et al., 2000). El control de los peligros que pueden asociarse a los alimentos supone habitualmente la aplicación de medidas para tal fin en la cadena alimentaria, desde la producción primaria hasta el procesamiento y el consumo (CAC/GL, 2008).

Actualmente existe un alto riesgo de contaminación de los alimentos debido al deficiente manejo y su venta en las calles, así como el crecimiento poblacional, la urbanización, modificación de hábitos y patrones alimentarios, y el incremento del comercio, fomentan la necesidad de mejorar los sistemas de inspección y control en el manejo y procesamiento de alimentos para el consumo humano (FAO/OMS, 2003).

Por otra parte la industria alimentaria requiere de la aplicación de procesos prácticos estandarizados como las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y el Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) permiten optimizar la producción y generar una nueva cultura de inocuidad de los alimentos. Estas directrices presentan información sobre el concepto y la naturaleza de la validación, las tareas previas a ésta, el proceso de la validación y la necesidad de una nueva validación. Estas directrices también abordan la diferencia entre validación, vigilancia y verificación (CAC/GL, 2008). Estos principios generales establecen una base sólida para asegurar la higiene de los alimentos y deberían aplicarse junto con cada código específico de prácticas de higiene, cuando sea apropiado, y con las directrices sobre criterios microbiológicos.

En 2005 se publicó la norma internacional ISO 22000:2005, la cual integra los principios del sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) y las etapas de aplicación desarrollados por la Comisión del *Codex Alimentarius*. Por medio de requisitos auditables, combina el plan APPCC con programas de prerrequisitos.

## **1.2 Programas de inocuidad de alimentos**

### **1.2.1 Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)**

#### *1.2.1.1 Producción primaria*

La producción primaria de alimentos deberá realizarse de manera que se asegure que los alimentos sean inocuos y sanos para el consumidor. La producción puede iniciarse en una explotación agrícola, en el mar, en un lago o incluso en un bosque. Es esencial que

se cumplan algunas reglas básicas que ayudarán a reducir la contaminación, inclusive los peligros biológicos, químicos y físicos asociados con todas las fases de la producción desde su producción primaria hasta el uso por parte del consumidor. Se le dará una atención especial a minimizar los peligros biológicos (CAC/GL, 2008).

Al respecto, la FAO ha elaborado una definición más descriptiva y explícita de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), al señalar que consisten en la aplicación del conocimiento disponible a la utilización sostenible de los recursos naturales básicos para la producción, en forma benévola, de productos agrícolas alimentarios y no alimentarios inocuos y saludables, a la vez que se procuran la viabilidad económica y la estabilidad social (Izquierdo y Rodríguez, 2006).

Las BPA tienen por objeto minimizar el riesgo de contaminación de los alimentos ya sea por agentes microbiológicos, físicos o químicos. Los riesgos biológicos pueden presentarse por una manipulación deficiente y por el contacto con medios contaminados incluyendo agua, suelo, estiércol, superficies y equipos. En el caso de los contaminantes químicos tiene que ver con la aplicación y manipulación de plaguicidas, así como también la presencia de residuos de fármacos y productos veterinarios (González, 2009).

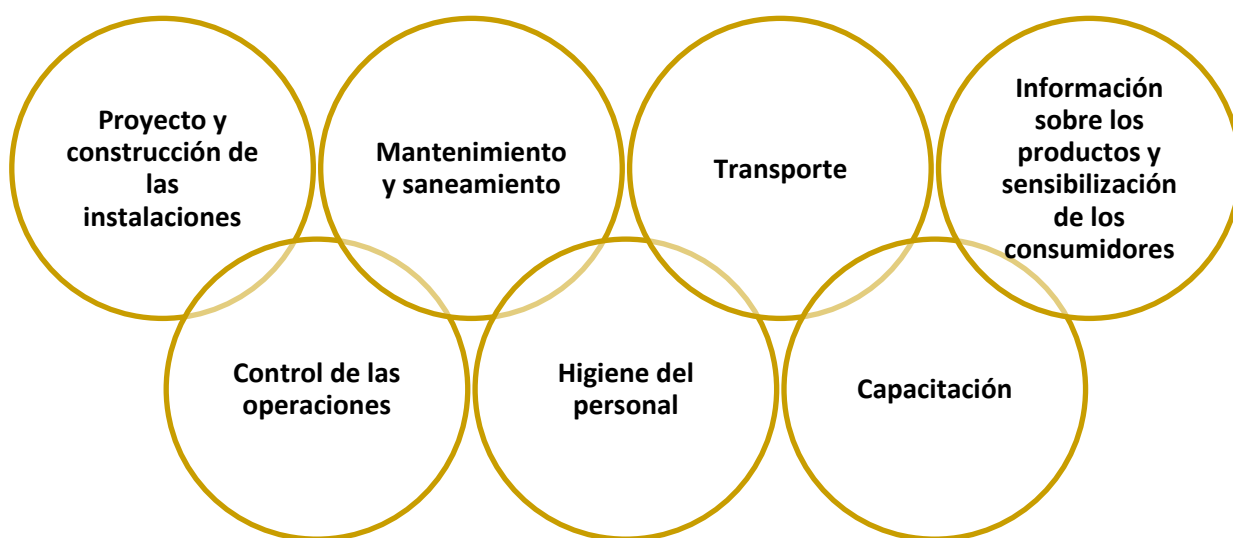
La aplicación de las BPA en los países de América Latina y del Caribe, constituyen un desafío y una oportunidad, ya que su cumplimiento permitirá el ingreso de productos agropecuarios a mercados con mayor sensibilidad ambiental y creciente exigencia de calidad. En este sentido, es necesario que los productores agropecuarios se informen sobre estos aspectos, permitiendo la implementación de las BPA en los rubros agropecuarios (Izquierdo y Rodríguez, 2006). Se han de tener presentes en todo momento los posibles efectos de las actividades de producción primaria sobre la inocuidad y la aptitud de los alimentos. En particular, hay que identificar todos los puntos concretos de tales actividades en que pueda existir un riesgo elevado de contaminación y adoptar medidas específicas para reducir al mínimo dicho riesgo. El enfoque basado en el Sistema APPCC ayuda a llevar a cabo tales medidas (CAC/GL, 2008).

## **1.2.2 Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)**

### *1.2.2.1 Procesos de producción*

Las BPM controlan las condiciones operacionales dentro de un establecimiento tendiendo a facilitar la producción de alimentos inocuos. Un programa de BPM incluye procedimientos relativos a las materias primas, condiciones higiénico-sanitarias de los establecimientos elaboradores de alimentos (incluido el abastecimiento de agua),

recepción, almacenamiento y transporte, mantenimiento de equipos, entrenamiento e higiene del personal, limpieza y desinfección, control de plagas y rechazo de productos (Figura 1). Gran parte de estos aspectos se contempla en el Código de Prácticas de Higiene del *Codex Alimentarius* y en muchos países se han incorporado a sus legislaciones, otorgándoles de ese modo un carácter de obligatoriedad. Antes de aplicar el sistema APPCC en un sistema de producto, es necesario que haya programas como las BPA y BPM que funcionen satisfactoriamente ya que si estos programas no funcionan satisfactoriamente, la introducción del sistema APPCC será más complicada y el sistema resultará engorroso, al requerir una documentación excesiva.



*Figura 1 Áreas que verifican las BPM*

### 1.2.3 Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC)

El sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (APPCC) fue concebido y desarrollado para atender un problema de abasto de alimentos que imponían la condición de inocuidad total (Castro y Escartin, 2000). El APPCC se puede definir como un sistema con un enfoque sistemático, racional y con base científica que permite identificar, valorar y evitar los peligros que pueden afectar a la inocuidad de los alimentos, a fin de poder aplicar las medidas apropiadas para poder disminuir o eliminar éstos hasta niveles sanitariamente aceptables, al implementar el sistema se pretende conocer los distintos peligros que nos podemos encontrar durante todas las etapas y fases de elaboración y manipulación del alimento en estudio, con el fin de poder establecer unas medidas preventivas para evitar que tengan lugar los peligros identificados o reducirlos hasta niveles que no supongan peligro alguno para el consumidor (UCAMAN, 2009).

Antes de aplicar el sistema APPCC a cualquier sector de la cadena alimentaria, es necesario que el sector cuente con programas, como buenas prácticas de higiene y requisitos apropiados en materia de inocuidad de los alimentos. Estos programas previos necesarios para el sistema APPCC, incluida la capacitación, deben estar firmemente establecidos y en pleno funcionamiento, y haberse verificado adecuadamente para facilitar la aplicación eficaz de dicho sistema. La finalidad del sistema APPCC es que el control se centre en los puntos críticos de control (PCC). En el caso de que se identifique un peligro que debe controlarse pero no se encuentre ningún PCC, deberá considerarse la posibilidad de rediseñar la operación.

El sistema APPCC deberá aplicarse a cada operación concreta por separado. Puede darse el caso de que los PCC identificados en un cierto ejemplo de algún código de prácticas de higiene del Codex no sean los únicos que se determinan para una aplicación concreta, o que sean de naturaleza diferente. Cuando se introduzca alguna modificación en el producto, en el proceso o en cualquier fase, será necesario examinar la aplicación del sistema APPCC y realizar los cambios oportunos. No obstante, la eficacia de cualquier sistema APPCC dependerá de que la dirección y los empleados posean el conocimiento y la práctica adecuados sobre el sistema APPCC, y por tanto se requiere la capacitación constante de los empleados y la dirección a todos los niveles, según sea apropiado (CAC/GL, 2008).

El sistema APPCC identifica, evalúa y controla los peligros importantes para la inocuidad de los alimentos por lo que este sistema está diseñado para minimizar los peligros que comprometan la inocuidad de los alimentos, acentúa el control del proceso, se concentra en los puntos del proceso que son críticos para la inocuidad del producto, da énfasis a la comunicación/SINERGIA entre el agente regulador y la industria. Según la FAO (2003), este plan se desarrolla a partir de completar los pre-requisitos que establece por escrito: procedimientos, frecuencias, personas responsables de cada actividad y tener un registro concreto diario para documentar la aplicación y el control del Programa. Cuanto mejor y más desarrollados estén los pre-requisitos, más fácil, corto y lógico será el plan APPCC. Así la elaboración de un plan de APPCC requiere doce tareas destinadas a asegurar la correcta aplicación de los siete principios. Este sistema permite optimizar la producción y generar una nueva cultura de inocuidad de los alimentos.

Coherentemente con lo anterior, el *Codex Alimentarius* dentro de su Código Internacional Recomendado de Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos, abarca a las BPM y a las directrices para la implementación del Sistema APPCC en la producción de alimentos (Castellanos et al., 2004).

### 1.2.3.1 Plan de un sistema APPCC

Se requiere seguir el cumplimiento de doce tareas señaladas por el sistema ACCPP basado en el *Codex Alimentarius* para asegurar la correcta aplicación de los 7 principios. Los cinco pasos preliminares a la aplicación de los principios exigen que antes de iniciar su aplicación, se deben ya haber identificado los peligros reales del producto, en la Figura 2 se explican estas cinco tareas principales. Una vez que se ha llegado a esta fase en la aplicación del Sistema APPCC, el equipo de trabajo ya dispone del material necesario para empezar a analizar los posibles peligros que pueden afectar a la salubridad del alimento durante el proceso productivo y para establecer las medidas preventivas para eliminarlos, evitarlos o reducirlos a un nivel aceptable (Catalunya, 2009).

### **1 Formación del equipo ACCPP**

Un equipo interdisciplinario, con miembros especialistas implicados en todas las áreas del proceso de producción y de la cadena de comercialización.

### **2 Descripción del producto**

Conocer todas las especificaciones del cliente, descripción completa del producto conteniendo información pertinente para la inocuidad (regulaciones, composición, propiedades físicoquímicas y microbiológicas). Información de envasado,

### **3 Uso del producto**

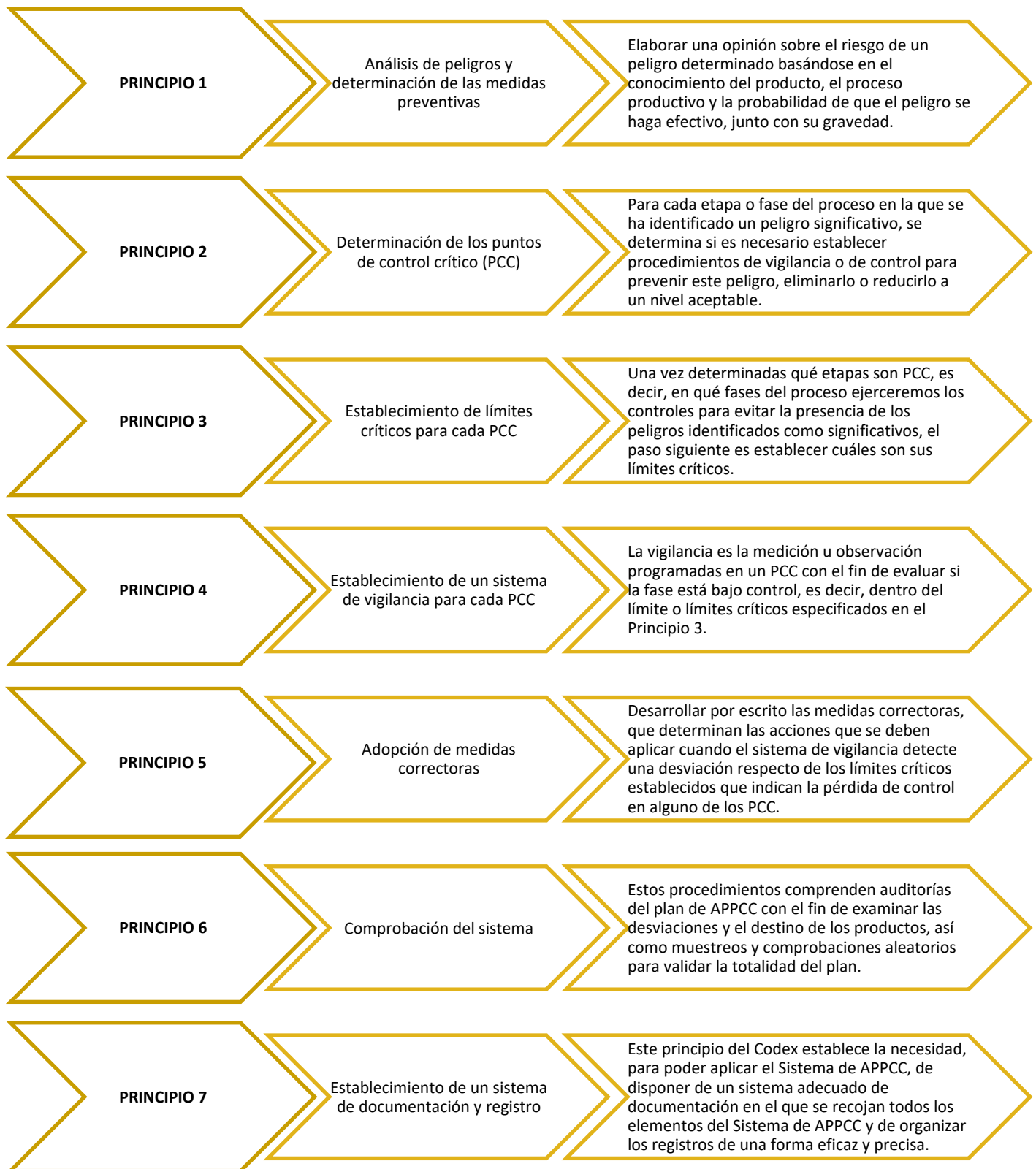
Información del uso del producto (instrucciones de consumo o conservación), a qué tipo de consumidores está destinado y posibles usos inadecuados.

### **4 Elaboración del diagrama de flujo del producto**

Es necesario que el especialista del producto ordene la información del proceso de manera ordenada y continua, señalando las especificaciones y condiciones de cada etapa de elaboración del producto.

### **5 Confirmar el diagrama de flujo *in situ***

Se debe comparar la información del DFP con el sistema del producto haciendo un recorrido de la línea de proceso, además se deben incluir fechas de procedimientos, factores socioeconómicos y clasificar el material utilizado.



Finalizando la aplicación de estas doce tareas se obtendrá un sistema que puede utilizarse como guía de control, pues se obliga a todas las personas relacionadas con el producto a centrar su atención en cada detalle del proceso y se promueve mayor atención a cuestiones relacionadas con la inocuidad, para obtener beneficios de este sistema se requiere un constante mantenimiento del plan (Piñeiro et al., 2000).

La aplicación del sistema APPCC a cualquier actividad de la cadena alimentaria, el sector productivo deberá estar funcionando de acuerdo con los principios generales de los alimentos del *Codex Alimentarius* que contiene códigos pertinentes para la legislación correspondiente en materia de inocuidad de alimentos (Carro y González, 2012). Su implementación fortalecerá a la industria, pues evita el constante análisis microbiológico, asegurando que se cumplen las condiciones para minimizar los recuentos de grupos indicadores; permite planificar la evasión de problemas antes de que ocurran; permite además enfocar la atención en factores clave que intervienen en la sanidad y calidad en toda la cadena alimentaria resultando más favorables las relaciones entre costos y beneficios.

La aplicación de este sistema en cualquier proceso de alimentos hará posible la disminución de problemas causados al consumidor, asociados con la inocuidad o calidad del producto; además de una reducción de las pérdidas económicas para el beneficio de las empresas (Carro y González, 2012). Esto se logrará únicamente cuando la dirección de la empresa y el personal involucrado en la cadena de producción participan de manera plena en el desarrollo del plan y seguros de que la aplicación del sistema APPCC es ya una exigencia del mercado mundial y que los productos deben brindar una confianza sanitaria al cliente, sólo así será posible su inserción en un mundo tan competitivo como el de hoy.

El sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control garantiza la inocuidad de los alimentos y está basado en principios establecidos en las normas internacionales ISO 22000:2005, NC 38-00-03:1999 y NC 136:2002 relacionadas con las seguridad alimentaria.

#### **1.2.4 Norma ISO 22000:2005 Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos – Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria**

Esta Norma Internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos que combina los elementos clave generalmente reconocidos, para asegurar la inocuidad de los alimentos a lo largo de toda la cadena alimentaria, hasta el punto de consumo final: comunicación interactiva; gestión del sistema; programas de prerrequisitos; principios del APPCC. Así también cuando una organización en la cadena alimentaria necesita demostrar su capacidad para controlar los peligros relacionados con la

inocuidad de los alimentos, con el objeto de asegurarse de que el alimento es inocuo en el momento del consumo humano.

La ISO 22000:2005 es aplicable a todas las organizaciones, sin importar su tamaño, que estén involucradas en cualquier aspecto de la cadena alimentaria y deseen implementar sistemas que proporcionen de forma coherente productos inocuos.

#### *1.2.4.1 Requisitos generales*

La organización debe establecer, documentar, implementar y mantener un sistema eficaz de gestión de la inocuidad de los alimentos y actualizarlo cuando sea necesario de acuerdo con los requisitos de la norma ISO 22000:2005. Además debe definir el alcance del sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos. El alcance debe especificar los productos o categorías de productos, los procesos y los lugares de producción cubiertos por el sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos.

#### *1.2.4.2 Planificación y realización de productos inocuos*

La organización debe planificar y desarrollar los procesos necesarios para la realización de productos inocuos. La organización debe implementar, operar y asegurar la eficacia de las actividades planificadas y de cualquier cambio en las mismas. Esto incluye los Programas de prerrequisitos y/o el plan APPCC (Figura 4).

<p><b>Programas de prerrequisitos</b></p>	<p>La organización debe establecer, implementar y mantener uno o más PPR para ayudar a controlar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La probabilidad de introducir peligros para la inocuidad de los alimentos en el producto a través del ambiente de trabajo.</li> <li>La contaminación biológica, química y física del producto o los productos, incluyendo la contaminación cruzada entre productos.</li> </ul>
<p><b>Pasos preliminares para el análisis de peligros</b></p>	<p>Equipo de la inocuidad de los alimentos Se debe designar un equipo de la inocuidad de los alimentos Características del producto</p>
<p><b>Análisis de peligros</b></p>	<p>Determinar cuáles son los peligros que necesitan ser controlados, el nivel de control requerido para asegurar la inocuidad de los alimentos y qué combinación de medidas de control se requiere.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La información externa que incluya, en la medida de lo posible, los datos epidemiológicos y otros antecedentes históricos</li> <li>La información de la cadena alimentaria sobre los peligros</li> </ul>
<p><b>Programas de prerrequisitos operativos</b></p>	<p>Peligro de inocuidad de los alimentos a controlar mediante el programa, Medida de control, Procedimientos de seguimiento que demuestren que los PPR operativos están implementados, Correcciones y acciones correctivas a tomar si el seguimiento muestra que los PPR operativos no están bajo control, Responsabilidades y autoridades, Registro del seguimiento.</p>
<p><b>Establecimiento del plan APPCC</b></p>	<p>El plan APPCC debe estar documentado y debe incluir la siguiente información para cada punto crítico de control</p>

## 1.3 Divulgación de inocuidad en programas rurales

### 1.3.1 Generalidades

Es importante sensibilizar y concientizar a través de la capacitación a productores y empresas empacadoras sobre la importancia de producir alimentos con mínimo procesamiento con calidad bajo principios de inocuidad Alimentaria, explica el INIFAP 2010 en el programa de Divulgación y Sensibilización en Inocuidad Alimentaria en frutales y hortalizas en Nayarit para así contribuir a que los productores adquieran conocimientos y adopten las prácticas culturales y los sistemas de reducción de riesgos de contaminación para mejorar la calidad e inocuidad de los alimentos. Será posible entonces, lograr incrementar el número de productores que se interesen en aplicar los procedimientos de programas de inocuidad y de reducción de riesgos esto impactará fuertemente a la producción del país pues la inadecuada capacidad técnica es uno de los problemas de fondo de las micro y pequeñas agroindustrias alimentarias (FAO, 2002).

Se deben establecer programas que permitan implementar programas de disminución de riesgos de contaminación así se lograría obtener certificaciones que mejorarían el posicionamiento de la producción local en los mercados nacionales e internacionales.

### 1.3.2 Desarrollo rural

El desarrollo rural es un tema de debate progresivo en el mundo, la urgencia de formular planes de desarrollo rural está presente en todos los niveles de la administración.

La ley de desarrollo rural sustentable publicada en el diario oficial de la federación el 7 de diciembre de 2001, TÍTULO TERCERO DEL FOMENTO AGROPECUARIO Y DE DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE CAPÍTULO I Del Fomento a las Actividades Económicas del Desarrollo Rural Artículo 32, se explica que a través de acciones y programas que establezcan los gobiernos de las entidades federativas se orientará a incrementar la productividad y la competitividad del campo para fortalecer el empleo y llevar el ingreso de los productores generando condiciones favorables del mercado y facilitando la constitución de empresas rurales. Esto se logrará a partir del impulso a la investigación y desarrollo tecnológico agropecuario, apropiación de tecnología y transferencia de conocimientos a los productores, prácticas sustentables y la inversión en infraestructuras. Así se incrementará su productividad y su mejora continua en cuanto a sanidad vegetal y la inocuidad de sus

productos y tendrá un efecto positivo sobre toda la cadena de producción de alimentos desde su cultivo hasta su comercialización.

La Investigación para el Desarrollo Rural Sustentable, considera las prioridades nacionales, estatales y regionales, trabajando de manera multidisciplinaria para coordinar las actividades que consideren satisfacer las necesidades que planteen los productores y otros agentes de la sociedad rural. También toma en cuenta el adecuado diagnóstico de los aspectos necesarios para planear las soluciones técnicas de acuerdo con los objetivos de fortalecimiento de la producción nacional.

Para la difusión de las políticas de investigación contemplan el uso de las tecnologías de información y comunicación tanto para la formulación como la difusión de avances.

Particularmente el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 señala en uno de sus 5 ejes rectores: "Economía competitiva y generadora de empleos" su objetivo de Potenciar la productividad y competitividad de la economía mexicana considera la estrategia dirigida a profundizar y facilitar los procesos de investigación científica, adopción e innovación tecnológica para incrementar la productividad de la economía nacional, a fin de dar impulso al desarrollo tecnológico que México requiere.

### 1.3.3 Vacíos tecnológicos en seguridad alimentaria

Los vacíos tecnológicos que existen en la producción agropecuaria e industrial provocan baja productividad y pérdidas de ingresos a los productores y productoras, así como al país. Este componente contribuirá a revertir esta tendencia, propiciando la generación y adopción de nuevas tecnologías apropiadas, en equilibrio armónico con el medio ambiente, para mejorar la productividad, diversificar la producción y mejorar los estándares de calidad e inocuidad en los procesos de transformación agroindustrial (FAO, 2011).

Será necesario promover procesos de innovación tecnológica con orientación del uso de buenas prácticas agrícolas y de manufactura en los procesos agroindustriales, acorde a los medios socio económicos de los productores, para lograr que los productos cumplan con las normas de calidad establecidas. Esto se logrará aplicando normas y estándares en la producción requeridos, también complementando con servicios de laboratorios de control de calidad, registros sanitarios, entre otros. Con el objetivo de impulsar el uso de estándares de calidad internacionales como fundamentos para garantizar productos inocuos para el mercado nacional e internacional (FAO, 2011).

#### 1.3.4 Desarrollo e implementación de programas de inocuidad para productores

El desinterés o falta de desarrollo de un proyecto por parte de los campesinos puede ser derivada de una falta de inclusión y participación, por esto que cuando se desea implementar un programa en una comunidad deben ser tomados en cuenta agricultores y productores para los procesos de planificación, desarrollo y evaluación de los programas, para así lograr cambios significativos en la zona de influencia. Los ejecutores y formuladores del proyecto deben conocer la posición y papel de los sectores involucrados para que los campesinos demuestren interés al ejecutar las actividades propuestas, esto se propone hacerlo a través de un diagnóstico para conocer la realidad de la comunidad y tomar decisiones que tengan congruencia con su realidad (Herrera, 2005). Es deseable que se implementen instrumentos que garanticen una mayor participación de las poblaciones rurales en el sector de la agricultura, así, según Case (1993), se contribuye a la adaptación de métodos más contextualizados adecuados a las diversas realidades y socioeconómicas en América Latina.

Las acciones que se deben considerar para lograr la implementación de la inocuidad alimentaria es, en el caso de México, disponer de un marco regulativo generado por la SAGARPA y la Secretaría de Salud, establecer esquemas de monitoreo y vigilancia en la producción primaria y otras etapas de la cadena de producción, fomentar la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas y de Manufactura en la elaboración de procedimientos operativos estandarizados de saneamiento, así como la aplicación de los principios del análisis de riesgos y control de puntos críticos (APPCC), así como el Sistema de Gestión de la Calidad e Inocuidad como las normas ISO 9001 e ISO 22000; establecer criterios de decisión para el control de los riesgos. Además se debe mejorar la información, educación, capacitación y comunicación con los sectores productivos y sobre todo convencer a los productores que asegurar alimentos inocuos reducirá pérdidas de productos y se asegura la salud de la población (Bonilla, Cervantes y López, 2011).

A través de la búsqueda de distintas formas de interacción, los investigadores deben compartir de manera creciente los conocimientos para no mantenerse al margen de la investigación y así observar cómo influyen sus investigaciones en la realidad (Osorio y Contreras, 2009).

#### 1.3.5 Sistema de divulgación

Se deben buscar medios de interacción entre los dirigentes del proyecto y los trabajadores para lograr a través de la comunicación realizar el proyecto en donde los investigadores realicen un diagnóstico que permita conocer condiciones, escolaridades

edades, para tener las bases de creación de una herramienta didáctica que le permita a los usuarios un fácil acceso e interpretación (Herrera, 2005).

En el caso de este proyecto, los productores y beneficiadores son el eje primordial y por lo tanto son nuestra principal fuente de información, además se debe estar consciente de que dentro de esta comunidad se trabaja con personas, y no sólo con cultivos. Entonces este proyecto de investigación requiere hacer un diagnóstico de la comunidad rural con la que se trabajará; para conocer qué metodología emplear para transmitir estos nuevos conocimientos. Al finalizar el diagnóstico se podrán elaborar materiales y herramientas entre los investigadores y un equipo multidisciplinario para generar una correcta herramienta que facilite la adopción de nuevas tecnologías en los procesos como explica Barrera (2002); estos materiales serán complejos y van más allá de publicaciones o informes, pues estos pueden resultar incomprensibles para todos los miembros de la cadena productiva, tendrán mayor impacto y de manera simple darán a entender su mensaje.

Es por eso que dentro del proyecto “Propuesta de un sistema de inocuidad para detección de riesgos de contaminación de vainas de *Vanilla Planifolia* G. Jacks durante su beneficiado” se planteó elaborar un material didáctico para capacitar a productores. Por lo que este material está dirigido a los beneficiadores de vainilla que podrían usarlos directamente.

### 1.3.6 Desarrollo de herramientas

El uso de material didáctico en todas sus formas puede ser enriquecedor para estimular el diálogo. La producción de mapas, diagramas, matrices, guías, etc. como parte de los ejercicios no sólo motiva la participación, también ayuda a generar una participación más activa, al mismo tiempo que generan excelente documentación para el plan a seguir (Osorio y Contreras, 2009).

La FAO explica en Herramientas para la comunidad: conceptos y métodos para el que las herramientas sean instrumentos que sintetizen, recolecten y analicen información apropiada del proyecto, pueden adaptarse a la situación, deben ser concebidas como ideas a desarrollar para responder a la realidad práctica y pueden combinarse.

## Capítulo 2. NORMATIVIDAD INTERNACIONAL Y NACIONAL

La producción de alimentos en México se ha hecho presente en el mercado internacional desde hace muchos años, en 2012 el principal destino de exportaciones mexicanas fue Estados Unidos, dirigiendo a este destino casi 70% de las exportaciones totales representando un potencial para el comercio de alimentos mexicanos, por esta razón, productores y proveedores de la industria alimentaria deben estar al tanto de los requisitos y regulaciones de inocuidad y normatividades vigentes para lograr ingresar al mercado (FDA, 2015).

La normatividad vigente que determina las características de calidad e inocuidad que deben cumplir las vainas de vainilla beneficiadas en México, NMX-FF-074-SCFI-2009 y la NOM-182-SCFI-2011; establecen como límites de recuentos microbianos de los grupos indicadores de vainilla, Organismos Coliformes Totales (CT), recuento de Bacterias Mesófilas Aerobias (BMA) y Hongos y Levaduras (H y L), recuentos que a través del estudio de López (2012) y Báez (2014) en vainas antes y después del proceso de beneficiado no cumplen con los requerimientos y muestran elevadas cantidades de organismos que no aseguran que el producto sea adecuado para su consumo. La información proporcionada por las normas, no resulta suficiente para entender el comportamiento de los microorganismos durante el proceso de la vainilla a partir de su cosecha.

Por esta razón se propone un estudio que permita monitorear las condiciones de proceso y sus variables, así como el desarrollo de los microorganismos que se indican en la norma; así podrían controlarse las condiciones de tal manera que se minimicen los riesgos de contaminación física, química y biológica del producto.

### 2.1 Normatividad internacional de vainilla

#### 2.1.1 Generalidades

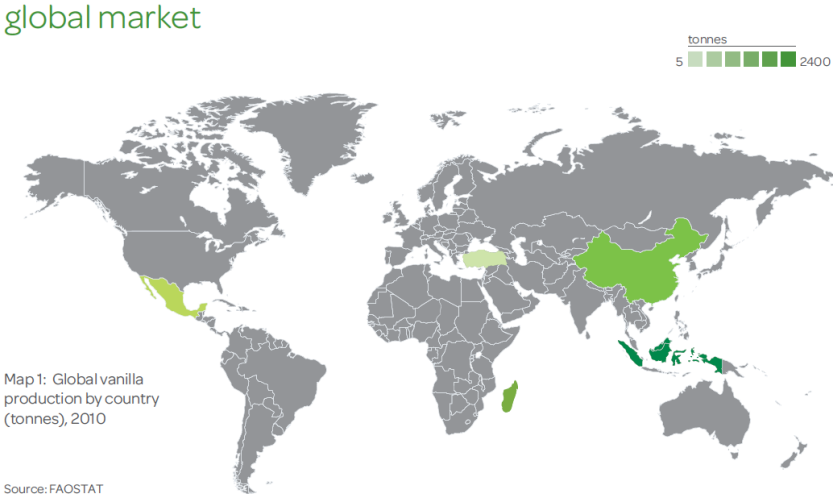
La vainilla es una importante especia, cuya producción mundial alcanza cerca de 10 mil toneladas en verde. Debido a su alta demanda, el incremento de la producción entre los años 2000 y 2012 fue de 150% (Vainilla, 2014).

Actualmente el mercado mundial de vainilla es considerado como pequeño, según algunas estimaciones su producción interna solamente contribuye con un 3% de la producción mundial (FAO, 2008).

La vainilla también se enfrenta a una fuerte competencia con la vainilla sintética que a nivel mundial, representa más del 90% del mercado en Estados Unidos y alrededor del 50% del mercado francés. El bajo costo es la principal ventaja de la utilización de la vainilla sintética que se dice que costará una centésima parte del precio de la vainilla natural y no sólo sustituye a la vainilla, si no también puede sustituir a los extractos de vainilla (Challenger, 1998). En 2010 la producción mundial de vainas de vainilla beneficiadas fue de aproximadamente 6.600 toneladas según la (FAOSTAT, 2011) (Tabla 1), teniendo como principales países productores Madagascar, Indonesia, México, China y Turquía.

*Tabla 1 Producción global de vainilla, Fuente: FAOSTAT 2012*

PRINCIPALES PRODUCTORES	TONELADAS
<b>Mundial</b>	6,680
<b>Indonesia</b>	2,400
<b>Madagascar</b>	1,900
<b>China</b>	1,300
<b>México</b>	395
<b>Turquía</b>	270



Vainilla de calidad alimentaria se cultiva en sólo unos pocos países, lo que significa que su precio es susceptible a la cosecha y la especulación. El precio de mercado mundial

de la vainilla se determina por el productor más dominante, Madagascar. El hecho de que la vainilla es la segunda especia más cara del mundo (después de azafrán) significa que cuando las condiciones económicas empeoran, la demanda cae más rápido que el de otras especias y hierbas más baratas. Por lo cual es necesario adoptar una política de comercialización con precios negociados de acuerdo a la calidad de las vainas, para así identificar diferentes grados según su tamaño y textura, cuerpo, aroma, flexibilidad, color y brillantez; características que se muestra en la Tabla 2.

Con el objeto de satisfacer las exigencias de calidad y de evitar la eventual contaminación, el procesamiento de beneficiado se deberá efectuar en condiciones de absoluta higiene y limpieza. Las mejores calidades acusan un contenido de humedad de 23-25% y de vainillina de 2.5-3% (en estado seco). Otras formas de clasificación por calidad es considerar aroma y color. Además de la calidad de la *Vanilla planifolia* el comercio distingue las siguientes calidades: Bourbon (aromático, maduro, contiene vainillina hasta un 2%); Vainilla Mexicana (de fino aroma, hasta 1.8% de vainillina); Vainilla de Tahití (bastante dulce, de aroma un poco perfumado, contiene hasta un 1.5% de vainillina); Vainilla Indonesia (leñosa, de fuerte aroma, hasta 2.7% de vainillina) (León, 2005).

**Tabla 2 Características de calidad de la vainilla. Fuente: De la Cruz et al., 2009**

<b>Características de calidad</b>	<b>Los valores mínimos y máximos</b>
El gusto y el olfato	Típico de la variedad, fuerte y aromáticos
Pureza	Libre de agentes externos.
Vainillina	Mínima: 2.0 %
Ceniza	Máximo: 7.0 %
Cenizas soluble en ácido clorhídrico	Máximo: 0.5 %
<b>Residuos</b>	
Pesticidas	No se puede medir
<b>Microorganismos</b>	
Moho fungi	Máximo: 100,000/g
<i>Escherichia coli</i>	Máximo: 10,000/g
<i>Bacillus cereus</i>	Máximo: 10,000/g
<i>Clostridium</i>	Máximo: 10,000/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Máximo: 100/g
<i>Salmonella</i>	No detectable en 20gramos
<b>Micotoxinas</b>	
Aflatoxina B1	Máximo 2 Sg/kg
Total aflatoxinas B1, B2, G1, G	Máximo: 4 Sg/kg

### 2.1.2 Criterios de exportación de especias

La clasificación de exportación se hace después del beneficiado, las vainas de vainilla se separan por segunda vez en vainas rajadas y no rajadas. Las vainas intactas se ordenan en cuatro grados de calidad según sus colores, aspecto aceitoso y húmedo y tomando en cuenta si tiene o no manchas o rayas. Después de la clasificación, las vainas de vainilla se agrupan, se envuelven en papel encerado y se empaquetan en aluminio o en cajas de madera.

Dentro de las necesidades del mercado de la vainilla se destacan ciertas características de calidad con valores mínimos y máximos para vainas de vainilla que se suelen exigir tanto a productores como importadores (Tabla 3). Normalmente estos valores con límites máximos y mínimos suelen ser acordados por los productores y beneficiadores, generando conflictos a las normativas vigentes (Naturland, 2000).

Tabla 3 Especificaciones internacionales para la vainilla

Normatividad y Certificación	País	Categoría cualitativa	% de Humedad	% de Vainillina	Otras especificaciones
ISO 5565-1 :1999	India	<b>Categoría 1</b> Vainas enteras y flexibles, de sabor “típico”, de color uniforme chocolate- negro-marrón a rojizo y sin mancha o ralladura.	<b>Categoría1</b> 38%	1.6- 2.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Deben tener las características correspondientes a su categoría cualitativa.</li> <li>● Haber sido sometidos a un tratamiento adecuado con el fin de desarrollar su sabor.</li> <li>● Ser de color marrón chocolate oscuro a rojizo.</li> <li>● Pueden estar naturalmente escarchadas, debido al desarrollo en su superficie de cristales de vainillina natural, exclusivamente, y puede tener una marca en la parte inferior de un tercio de su longitud.</li> <li>● No podrán haber sido sometidos a ningún tratamiento que podría inducir un cambio en su contenido de vainillina natural o en el contenido de</li> </ul>
	Alemania	<b>Categoría 2</b> Vainas enteras y flexibles, de sabor “típico”, de color uniforme chocolate- negro-marrón a rojizo, pueden tener algunas manchas en una longitud total que no exceda de un tercio de la longitud de la vaina.	<b>Categoría 2</b> 38%		
	Estados Unidos	<b>Categoría 3</b> Vainas enteras, más o menos flexibles, desabor “típico”, color rojizo y que puede tener numerosas manchas, la longitud total dela que no exceda la mitad de la longitud de la vaina, así como un unos filamentos rojos que no superen un tercio dela longitud de la vaina.	<b>Categoría 3</b> 30%		

		<b>Categoría 4</b>		<b>Categoría 4</b>		<p>cualquier otro constituyente del sabor.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>No deberán ser apolilladas, enmohecidas, no tener un olor que no es típico de la vainilla.</li> </ul>
		Vainas que están enteras y secas, de sabor “típico”, de color rojizo y que puede tener numerosas manchas, la longitud total de la que no exceda la mitad de la longitud de la vaina.		25%		
<b>CBI Hoja informativa del producto</b>	Reino Unido UE Francia Suiza	<p>La calidad de la vainilla es, entre otros, determinados por la longitud, que en el producto del comercio varía entre 10 y 25cm</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Calidad superior: 19-25 cm</li> <li>Calidad A: 16-18 cm</li> <li>Calidad de vainas pequeñas: 14-16cm</li> </ul> <p>Vainas de calidad superior son brillantes, flexibles, finas y con alto contenido de pulpa. Los grados más bajos tienen una textura agrietada y seca.</p>		20-30	>2%	<p>La Unión Europea ha establecido los niveles máximos de contaminantes, pesticidas y criterios para la contaminación microbiológica de los alimentos. Si no hay una legislación de la UE se utiliza el Código de Prácticas de Higiene para Especies y Plantas Aromáticas secas.</p> <p>Los compradores sin embargo pueden tener sus propios requisitos que podrían ser más estrictos o adicionales a los requisitos de la UE.</p> <p>La legislación de la UE en materia de higiene de los productos alimenticios (APPCC) es jurídicamente vinculante para los procesadores de alimentos, y se recomienda para los agricultores (producción primaria).</p>

---

**Vainilla en  
Islas del  
Pacífico**  
  
**Exportación  
de vainilla  
con Nueva  
Zelanda**

Nueva  
Zelanda

**Grado A**

- Tamaño: >17cm.
- Color brillante, húmedo, flexible, oscuro.
- Buen sabor

**Grado B**

- Tamaño: 15-17cm.
- Color brillante, húmedo, flexible, oscuro.
- Buen sabor

**Grado C**

- Tamaño:<15cm.
- Visualmente menos atractivos, menos humedad, algunas manchas.
- Buen sabor

Vainas de vainilla de buena calidad deben ser capaces de ser enrollarse alrededor del dedo sin romperse (flexibles). De color, las vainas de vainilla gourmet son marrón muy oscuro, casi negro.

De calidad excelente las vainas de vainilla llegan a tener un cristal blanco o una línea en el exterior de estas.

## 2.2 Normatividad Nacional de vainilla

### 2.3.1 Generalidades

De acuerdo con la Norma Mexicana NMX-074-SCFI-2009 la vainilla debe estar limpia, presentar olor, color y sabor característicos; estar libre de materia extraña, de plagas o de daños por éstas, incluyendo señales de enfermedades. Debe tener aroma característico: dulce y exenta de olores asociados a la pudrición. El objetivo de la Norma NMX-FF-074-SCFI-2009 y la NOM-182-SCFI-2011 es establecer las especificaciones de calidad para la vainilla (*Vanilla fragrans* (Salisbury) Ames) en sus diferentes cultivares para ser comercializada y consumida en el territorio nacional, después de su beneficiado y envasado, así como los métodos de prueba aplicables.

Sin embargo, no existen reportes sobre un análisis del producto final ni en el proceso, los cuales en este caso de ser necesarios, los realiza el cliente, lo cual repercute negativamente ya que existe el riesgo de que se rechace el producto. En todas sus categorías y en cualquiera de sus presentaciones se deben tomar en cuenta las especificaciones indicadas en la Tabla 4 de la NMX-FF-074-SCFI-2009.

*Tabla 4 Grupos indicadores de inocuidad en vainas beneficiadas de vainilla*

Parámetro	Especificaciones	Método de ensayo (prueba)
Bacterias mesofílicas aerobias UFC/g	100 UFC/g máximo	NOM-092-SSA1-1994
Mohos y levaduras UFC/g	10 UFC /g máximo	NOM-111-SSA1-1994
Coliformes totales en placa UFC/g	Negativo	NOM-113 SSA1-1994
Salmonella	negativo en 25 g de muestra	NOM-115-SSA1-1994

*FUENTE: Norma mexicana NMX-FF-074-SCFI-2009*

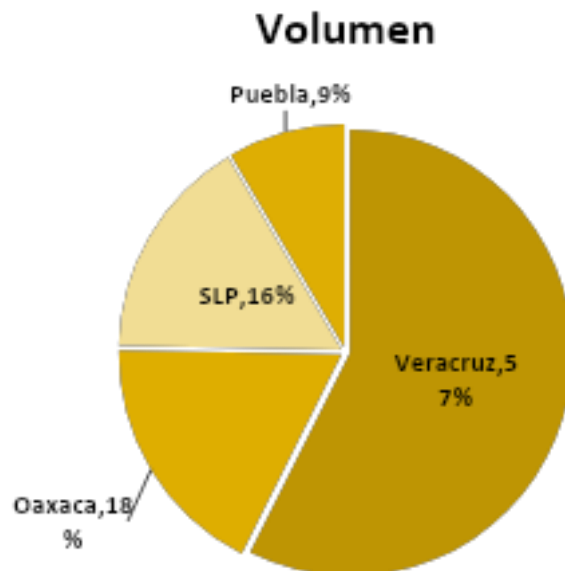
La norma oficial mexicana NOM-182-SCFI-2011 es aplicable a la Vainilla de Papantla [*Vanilla fragrans* (Salisbury) Ames], syn. *Vanilla planifolia* Andrews, *Vanilla planifolia* Jackson, que se cultiva e industrializa dentro de la zona delimitada por la Denominación de Origen, tanto para el fruto verde, el fruto beneficiado así como para los extractos y/o derivados naturales de vainilla.

A través del estudio de López (2012) se observa que la carga microbiana de las vainas de vainilla al finalizar el proceso de beneficiado exceden los recuentos y límites que la NMX-

FF-074-SCFI-2009 y la NOM-182-SCFI-2011 especifican, de igual manera, en el estudio de los recuentos microbianos en vainas de vainilla provenientes de sitios diferentes y sometidos a sistemas de beneficiado diferentes que realizó Báez en 2014, se observa que considerando la normatividad vigente, no se cumplen los límites en parámetros de inocuidad.

Por esta razón se requiere implementar un sistema riguroso de monitoreo de condiciones y etapas del proceso de beneficiado para asegurar que a través de un programa de inocuidad calidad se obtengan productos que cumplan con la normatividad vigente y puedan tener calidad de exportación.

México ocupa el quinto lugar como productor de vainilla en el mundo, con el 4.0% del volumen obtenido en 2012. En este año, se reportaron 1,200 hectáreas dedicadas al cultivo de la vainilla en el país, prácticamente todas de temporal, de las cuales se obtuvieron 390 toneladas de producto en verde. Esto es un potencial de aproximadamente 78 toneladas de vainilla beneficiada, ya que el peso promedio en seco representa cerca del 20% del peso en verde. Aunque la producción se ha incrementado en alrededor de 30% respecto al año 2000, ésta es menor en 40% respecto al nivel máximo alcanzado en 2007 de 637 toneladas en verde. Lo anterior se debe en gran medida a que el rendimiento ha caído, alcanzando hoy 350 kg/ha, mientras que en 2007 llegó a un récord de 580 kg/ha. Son cuatro las entidades del país que producen vainilla, siendo la más importante Veracruz (Figura 6).



Las exportaciones mexicanas de vainilla han descendido notoriamente en los últimos diez años. En tanto en el año 2002 alcanzaron 184 toneladas con un valor de 2.7 millones de dólares (mdd), para 2013 apenas se exportaron 15 mil toneladas con un valor de 425 mil dólares. No obstante lo anterior, es importante notar que el precio implícito se ha elevado en casi 90%, ya que pasó de US\$14.6 a US\$27.6 por kg (Figura 7).



El precio medio rural pagado al productor por la vainilla en verde alcanzó en 2012 un promedio de casi \$54,000 por tonelada, sin embargo, el precio de la vainilla beneficiada puede llegar a ser ocho veces mayor, observando las enormes oportunidades que tiene este valioso cultivo. Debido a las condiciones de producción de baja tecnificación y la escasa organización de los productores la mayor parte de la vaina se comercializa en verde tanto nacional como internacionalmente; el mejoramiento de procesos a través del uso de la tecnología incrementaría el rendimiento, calidad y precio (DGAPE, 2014).

Por lo tanto, existe la necesidad de beneficiar e industrializar la materia prima con el fin de ofrecer productos de valor agregado inocuos y de calidad.

### 2.3.2 Vainilla del Totonacapan

La *Vainilla Planifolia* se cultiva principalmente en los estados de Veracruz, Puebla, Oaxaca y Chiapas, aunque también existen plantaciones en los estados de Hidalgo, San Luis Potosí, Quintana Roo y Michoacán. Como cultivo y recurso genético representa un factor importante en el desarrollo de las comunidades indígenas y rurales de la región del

Totonacapan, de donde es originaria, debido a su impacto económico, social, cultural y biológico (Salazar, 2011).

En la región del Totonacapan hay cuatro sistemas de producción de vainilla: en acahual (tradicional), pichoco, bajo naranjo y malla sombra; la diferencia entre estos sistemas de producción se debe al grado de tecnificación y conocimiento del manejo de los cultivos que los productores han adquirido a través de su experiencia con los cultivos de vainilla y el beneficiado de los frutos (Fernández, 2013). Los totonacas beneficiaban la vainilla exponiéndola al sol en el patio de sus casas y sudándolas alternadamente; a este método se le conoce como curado al sol y se sigue practicando entre productores artesanales.

### **2.3.2.1 Vainilla de Papantla**

Las vainas de vainilla dependiendo de sus características organolépticas son clasificadas y seleccionadas para obtener un producto de calidad y homogeneidad. Considerando la Norma Mexicana NMX-FF-074-SCFI-2009 la vainilla se clasifica en: Extra, Categoría I, Categoría II y Categoría III (Tabla 5). La vainilla clasificada como Categoría I y II, a su vez se clasifican en dos grupos: Gourmet, de color negra o café oscuro–achocolatada, delgada, sin rayas ni manchas, flexible y brillante; y ordinaria, de color café, con rayas, delgada o rajada (Figura 8).

La vainilla que no cumple las especificaciones para los grados y tipos que se escriben



en la norma mencionada, podrán ser usados para extracción. Cabe señalar que esta norma establece las especificaciones de calidad para la vainilla en sus diferentes cultivares para ser comercializada y consumida en el territorio nacional, después de su beneficiado y envasada,

así como los métodos de prueba aplicables. Se excluyen las especificaciones para subproductos tales como polvo y extracto, entre otros.

La Norma a que se hace referencia: Norma Mexicana NMX-FF-074-SCFI-2009, también señala las especificaciones mínimas antes de ser analizadas para el cumplimiento de las especificaciones por categoría, éstas son las que engloban el análisis del tamaño, color y aroma. Las especificaciones son estar limpia, presentar olor, color y sabor característicos; estar libre de materia extraña; estar libre de plagas o de daños producidos por éstas, incluyendo señales de enfermedades; estar libre de humedad exterior anormal; haber tenido el tratamiento (beneficiado) adecuado para el desarrollo de sus propiedades. El color de la vainilla se determina en las vainas enteras, el cual varía de tono, intensidad, brillo-luminosidad, de acuerdo al grado de calidad como se detalla en la Tabla 5. En cuanto al olor, en todas sus categorías y tipos, la vainilla presentará aroma característico de la especie; dulce y exento de olores asociados a pudrición.

*Tabla 5 Especificaciones de la vainilla por grado de calidad y tipo. Fuente: Norma Mexicana NMX-FF-074-SCFI-2009*

Especificación	Grado de Calidad						
	Extra		Categoría I		Categoría II		Categoría III
	Gourmet	Gourmet	Ordinaria	Gourmet	Ordinaria	Ordinaria	
	Gruesa, sin rayas ni manchas, flexible y brillante	Gruesa, sin rayas ni manchas, flexible y brillante	Delgada, con rayas, puede estar rajada	Gruesa, sin rayas ni manchas, flexible y brillante	Delgada, con rayas, puede estar rajada	De cualquier grosor, puede estar rajada o rayada	
<b>Humedad (%)</b>	25 a 30	25 a 30	20 a 24	25 a 30	20 a 24	15 a 20	
<b>Vainillina (%)</b>	2,0 a 2,4	2,0 a 2,4	1,6 a 2,0	2,0 a 2,4	1,6 a 2,0	1,6	
<b>Tamaño (cm)</b>	≥20	≥17,5		≥15		<15	

## Capítulo 3 VAINILLA Y SU PROCESO DE BENEFICIADO

### 3.1 Generalidades de la Vainilla

La vainilla es una planta hemiepipífita de la familia orquidácea; de color verde, con tallo cilíndrico que tiende a crecer en segmentos de 10 a 20 centímetros llamados entrenudos; estos se acomodan en zigzag y en el vértice exterior crece una hoja alargada, cerosa y brillante, de textura gruesa y succulenta (Dressler, 1981, 1990, 1993; Soto, 2006). En los vértices se localizan también las yemas vegetativas de producción (de las que brotan flores y bejucos) y un par de raíces adventicias en cada entrenudo con las que el bejuco se aferra al tallo del arbusto que le sirve de sostén o tutor (Curti, 1995). Su raíz principal se tiende por debajo de la hojarasca en busca de nutrientes y humedad, entre el suelo donde se alimenta de materia orgánica, requiere de media sombra y florece sólo una vez al año (Lubinsky et al., 2008).

El periodo de floración de *V. planifolia* abarca los meses de marzo y abril, y una de sus características más peculiares es que viven unas cuantas horas. Son flores de un día (Dressler, 1990; Curti, 1995; Velázquez, 2004). Abren por la madrugada o mañana y, si estas no son polinizadas, se cierran, se quedan pegadas a la maceta como flores muertas hasta que se desprenden y caen al suelo. Si son polinizadas también se marchitarán con el calor del medio día, pero podrán dar fruto. El fruto crece y madura en la planta entre siete y nueve meses; pero su desprendimiento prematuro puede ocurrir por tres causas principales: debilidad de la planta por enfermedad, una sobrecarga de frutos por sequía extrema.

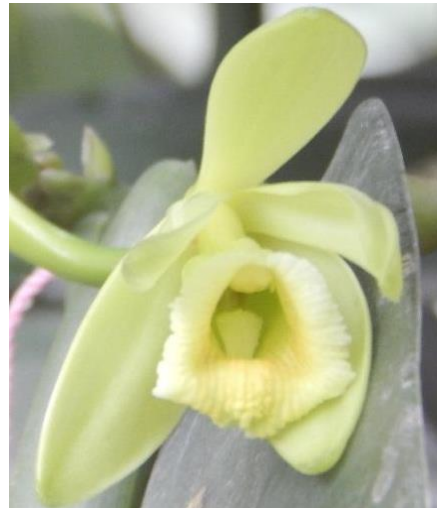
Se inicia entonces la recolección de los frutos caídos o a punto de caer, o se opta por cosechar el vainillal. Los signos para iniciar la cosecha son: el fruto cambia de color verde brillante a verde amarillento opaco y se inicia la dehiscencia (Dressler, 1981, 1990, 1993; Curti, 1995; Soto, 1999, 2006). Cuando el fruto se raja da salida a las semillas; este fenómeno permite que se libere la esencia, o los aceites naturales de los cuales proviene la fragancia característica que inunda las plantaciones (Curti, 1995).

Las condiciones climáticas de humedad, altura y temperatura, combinadas con los inviernos extremos que traen vientos fríos del norte y lloviznas, determinan la producción y calidad de la vainilla. Su medio ambiente en el bosque tropical subhúmedo, con caída y crecimiento de hojas durante todo el año (subperennifolio), el cual mantiene una temperatura promedio anual entre 21-27°C (Montoya, 1963) en terrenos con pendientes de ligeras a abruptas, lluvias en verano, temporada seca bien definida y nortes fríos con

lloviznas en invierno donde la humedad relativa es superior a 80% (Curti, 1995; Velázquez, 2004). El suelo se conserva fértil gracias a la materia orgánica aportada por la descomposición de las plantas existentes en el entorno (Muñoz, 2008). La vainilla de alta calidad se cosecha antes de que se raje para que conserve en el interior sus aceites y semillas.

### 3.1.1 Especies

Existen aproximadamente 155 especies (Govaerts, Campacci y Holland, 2006), la mayoría de ellas poseen características definidas en su constitución, como por ejemplo: sus hojas que pueden ser cortas, prolongadas, de color verde opaco, incluso carnosos en algunas especies (Dressler, 1981, 1990, 1993; Curti, 1995; Soto, 1999, 2006). Cada racimo de vainas de vainilla puede contener flores grandes (Figura, con colores que van desde blanco al verde-amarillo, por lo general el número de flores en racimo no sobrepasa las 20 flores (Muñoz, 2008).



El fruto de la vainilla es una vaina alargada y carnosas que crece de 10 a 20 centímetros, madura gradualmente posterior a la floración durante 7 a 9 meses, tornándose negra y desprendiendo su aroma característico. Cada vaina contiene miles de minúsculas semillas redondas de 0.24 a 0.33 mm (Dressler, 1981, 1990, 1993; Curti, 1995; Soto, 1999, 2006). De todas las especies que existen son tres las que se cultivan de forma comercial, estas son la *V. planifolia* que se le conoce como vainilla mexicana o genuina, de la cual existen diferentes clases.

Se cultiva en México, en las islas del Océano Índico e Indonesia. La segunda es la *V. pompona*: Vainilla de las Indias Occidentales que se cultiva en las Antillas Menores y por último la *V. tahitensis*: La vainilla de Tahití, que se cultiva en la isla del mismo nombre y en otras islas polinesias (Lubinsky et al., 2008).

#### 3.1.1.1 Vainilla de Papantla en Vaina

En la región de Papantla, Veracruz existe una gran variedad de plantas de vainilla cuyas características distintas dan lugar, a su vez, a diferentes tipos de vainilla; las cuales se reconocen porque las plantas como sus frutos se diferencian en tamaño, color, forma y textura (Muñoz, 2008).

En México hay más de 30 tipos de vainilla y, de éstos, la mayoría pertenece a la región de Papantla. Además de los testimonios históricos acerca de la procedencia del fruto, este dato confirma que la cuna de la vainilla es la región totonaca; Papantla en particular (Muñoz, 2008). Algunos de los tipos que crecen en la región se conocen por su nombre popular en español: vainilla mansa, fina, mestiza, bastarda o vainillón, cimarrona, oreja de burro, rayada o acamaya, hocico de puerco, vainilla de mono, solitaria, amarilla, negra, verde, cuata y papelillo (Castillo y Engleman, 2003).

A estos nombres comunes corresponden, desde luego, nombres totonacas y



nombres científicos. Los tipos de vainilla se pueden clasificar por la calidad de su fruto y por las características de la planta. Todos los tipos existentes en los bosques tropicales del Totonacapan han crecido en forma silvestre, y han sido obtenidos de la recolección y propagados por los totonacas (Challenger, 1998) (Paredes, Guevara y Bello, 2006).

## 3.2 Microbiota presente en vainas de vainilla

Los microorganismos patógenos pueden pasar de un alimento a otro por contacto directo o bien a través de quienes los manipulan, de las superficies de contacto o del aire (CAC/GL, 2008). Así como muchas, la Norma Mexicana NMX-074-SCFI-2009 indica tanto las características fisicoquímicas de calidad de las vainas de vainilla como los límites permisibles para los principales grupos indicadores de la vainilla; coliformes totales, bacterias mesófilas aerobias y hongos y levaduras.

### 3.2.1 Generalidades

Es de vital importancia considerar la sanidad de los alimentos para la obtención de productos seguros para el consumidor humano (Oliver, 2007), las enfermedades de transmisión alimentaria (ETAS) y los daños provocados por los alimentos son, en el mejor de los casos, desagradables, y en el peor pueden ser fatales. El deterioro de los alimentos ocasiona pérdidas, es costoso y puede influir negativamente en el comercio y en la confianza de los consumidores (CAC/GL, 2008).

Asimismo las ETAS pueden ser ocasionadas cuando el alimento se contamina con patógenos o toxinas. Las más comunes se encuentran bacterias, virus, hongos y parásitos (OMS, 2015) que entran en contacto con el producto a través de superficies sucias, procesos inadecuados de elaboración, uso de materias primas contaminadas o falta de limpieza e higiene del personal. Estos peligros biológicos pueden ocasionar infecciones bacterianas o virales, infestaciones parasitarias o por huevecillos, e intoxicaciones (Paredes, 2007). Por consecuente causan principalmente trastornos en el tubo intestinal, con dolores abdominales, diarrea y vómito (Bravo, 2004).

Por lo que se refiere a las vainas de vainilla, al concluir la etapa final del beneficiado su humedad se encuentra entre el 25 y 30%, conservándose en cajones de madera o de plástico para su acondicionamiento por periodos entre 3-6 meses para su posterior almacenamiento. Las condiciones en estos cajones conducen a crecimiento fungoso, se ha reportado la presencia de *Aspergillus spp.* y *Penicillium spp.* en estas vainas (Thomas y Bindumol, 2005) de manera que representa como ya se mencionó, un gran riesgo para la salud de quien lo consume.

### 3.2.2 Microorganismos indicadores de inocuidad

Para el control microbiológico de alimentos, las industrias alimentarias necesitan controlar la calidad de los mismos que son destinados a la preparación de determinados

productos, así como también comprobar la eficacia de los sistemas de fabricación de éstos para conseguir un alimento de buena calidad microbiológica (Anónimo, 2002). Por lo que los niveles de contaminantes que exceden los límites recomendados indican un manejo inadecuado y las condiciones antihigiénicas durante la manipulación de dichos alimentos.

Estas son la causas por las que es necesario recurrir a técnicas que descubran fácilmente determinados grupos o especies bacterianas que, cuando concurren en cifras excesivas, indican deficiencias en el producto como materia prima y en las fases de su procesado, manipulación o almacenamiento (Anónimo, 2002). Estos grupos o especies bacterianas indican una contaminación del alimento con gérmenes patógenos o bien, con la presencia de otros indeseables que probablemente, terminen por alterar el producto; estos grupos son bacterias mesófilas aerobias, bacterias coliformes totales y hongos y levaduras.

#### 3.2.2.1 Bacterias Mesófilas Aerobias (BMA)

El grupo de BMA está conformado por aquellos géneros que crecen a temperaturas óptimas de 20 a 45°C y que dependen del oxígeno atmosférico para su desarrollo. Dentro de este grupo se encuentran especies como *Bacillus psychrophilus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Rhodospirillum rubrum* y *Anabae navariabilis* (López et al., 2010). Entre los microorganismos reportados que se han aislado en vainilla beneficiada se encuentran los géneros bacterianos *Klebsiella*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Serratia*, entre otras (Roling y Kerler, 1995-2002).

Como menciona Fernández (2000), la pérdida de frescura de un alimento implica un incremento en la actividad de los microorganismos, excluyendo las causas físicas y químicas del deterioro. En algunos casos, el conocimiento del contenido de BMA en un alimento perecedero, tiene significado para estimar el tiempo, que bajo condiciones definidas de almacenamiento, habrá de transcurrir antes de que se presenten signos de deterioro, aunque no sea precisamente el grupo de BMA como tal, quien constituya la base para determinar la condición de deterioro. La presencia de un número elevado de bacterias mesófilas aerobias significa que puede haberse dado condiciones favorables o la multiplicación de los microorganismos patógenos de origen humano o animal (Barber, 1992).

### 3.2.2.2 Coliformes totales (CT)

Los coliformes totales (CT); son bacilos Gram negativos, no esporulados, aerobios o anaerobios facultativos que crecen a 35°C fermentan la lactosa con formación de ácido, ocasionando en las colonias desarrolladas el vire del indicador rojo neutro presente en el medio y la precipitación de las sales biliares (NOM-113-SSA1, 1994). Los géneros más prominentes del grupo CT son *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Klesiella*.

De acuerdo con Yang y Li (2008) informaron acerca de una bacteria encontrada en las raíces de la planta de vainilla que tienen la capacidad de utilizar el ácido ferúlico como única fuente de carbono. La cepa se identificó como *Enterobacter* spp. Estos metabolitos primarios que utilizan ácido ferúlico como única fuente de carbono incluyen 4-vinilguayacol, así como otros productos químicos relacionados, los cuales comparten el mismo guayacol-carbono. Sobre la base de los análisis estructurales de compuestos no volátiles en el filtrado del cultivo de esta cepa, se aislaron e identificaron dos nuevos metabolitos putativos. Estos resultados permitieron proponer la posible ruta metabólica que conduce de ácido ferúlico a la 4-vinilguayacol. Estos experimentos dilucidados por primera vez de un metabolismo del ácido ferúlico a través de la descarboxilación para producir 4-vinilguayacol y una conversión adicional a la vainillina en *Enterobacter* spp.

De igual manera Wilkinson et al. (1994) aislaron bacterias asociadas a 12 especies de orquídeas y encontraron que las cepas más abundantes pertenecían a los géneros *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Kurthia* y *Arthrobactery* en menor cantidad a miembros de la familia Enterobacteriaceae.

### 3.2.2.3 Hongos y levaduras (H y L)

Otro grupo de microorganismos son los hongos y levaduras; con lo que respecta a las levaduras, estos son microorganismos cuya forma dominante de crecimiento es unicelular. Poseen un núcleo y se multiplican por reproducción sexual o asexual, por gemación o por fisión transversal. La reproducción sexual cuando ocurre, es por medio de ascosporas contenidas en un saco o asca (NOM-111-SSA1, 1994). En cuanto a los mohos, son un grupo de hongos microscópicos y se caracterizan por tener un cuerpo formado por estructura filamentosa con ramificaciones, que se conocen con el nombre de hifas, el conjunto de hifas constituye el micelio. Estos organismos crecen formando colonias en un medio selectivo a 25 °C (NOM-111-SSA1, 1994). Las colonias se pueden ver a simple vista. El peligro de los hongos es que producen toxinas que pueden provocar enfermedades, intoxicaciones y reacciones alérgicas. El hongo más conocido que produce intoxicaciones

por medio de los alimentos es el género *Aspergillus*, el cual tiene un color naranja (Bravo, 2004).

En la vainilla durante su beneficiado se han aislados varios hongos incluyendo, *Aspergillus* y cepas de *Penicillium* (Odoux y Grisoni, 2011). De acuerdo con Odoux y Grisoni, (2011) ha identificado la presencia de *Aspergillus niger*, *Penicillium lividum*, *Penicillium vanillae*, y *Penicillium rugulosum* en vainas de vainilla de Madagascar y Comores. De igual forma (Núñez, 2013), reporta el aislamiento de algunos géneros como: *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium* productores de micotoxinas en vainas de vainilla. Las micotoxinas son metabolitos secundarios tóxicos producidos bajo condiciones fisiológicas y ambientales específicas. La toxicidad fúngica puede ser eliminada durante el proceso de beneficiado, mientras que las micotoxinas pueden permanecer en las vainas, Odoux y Grisoni (2011) consideran que las especies *Colletotrichum gloeosporioides* y *C. vanillae* son capaces de causar podredumbre en hojas maduras y viejas.

Existen reportes de plantas cultivadas que  
 sido



dado



han

estudiadas para demostrar la presencia de microorganismos endosimbiontes o endófitos han resultados positivos (Gamboa, Laureano y

Bayman, 2002) (Gamboa, 2006). Algunos de los nombrados endófitos muestran un gran potencial como controladores de plagas o patógenos que afectan a las plantas cultivadas. Resultados muestran que las vainillas tienen un gran repertorio de bacterias y hongos endófitos asociados a sus tejidos, los cuales han sido muestreados de raíces, tallos, hojas y frutos, tanto de vainillas cultivadas como silvestres y que (Gamboa, 2014) da a conocer (Tabla 6) y se puede observar que hay una gran cantidad y muy diversa calidad de microorganismos endosimbiontes asociados a ellas. Es necesario aclarar que los hongos formadores de micorrizas, por definición, no son endófitos, ya que ellos alteran la morfología radical y son por lo tanto sintomáticamente visibles.

Esta diferenciación es importante también desde el punto de vista funcional, ya que al parecer el efecto de diversos hongos formadores de micorrizas es diferente para la misma planta de vainilla, según establecieron Porras y Bayman (2007).

*Tabla 6 Vainillas colombianas y algunos de los microorganismos endófitos naturalmente asociados a ellas. Fuente: Gamboa-Gaitán, 2014*

<b>Microorganismo</b>	<b>Especie</b>	<b>Tejido</b>	<b>Rol en la literatura</b>
<i>Alternaria alternata</i>	<i>Vanilla planifolia</i>	Hoja sana, raíz	Patógeno
<i>Arthrographis</i> sp.	<i>Vanilla</i> sp.	Raíz	Dermatófito
<i>Aspergillus niger</i>	<i>Vanilla</i> sp.	Tallo	Endófito, saprófito
Bacteria (bacilo Gram -)	<i>Vanilla planifolia</i>	Hoja sana	
<i>Bionectria</i> sp.	<i>Vanilla odorata</i>	Hoja joven	Patógeno
<i>Biscogniauxia atropunctata</i>	<i>Vanilla</i> sp.	Hoja	Saprófito, epífito
<i>Colletotrichum boninense</i>	<i>Vanilla planifolia</i>	Tallo	Patógeno
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	<i>Vanilla planifolia</i>	Hoja sana	Endófito, patógeno
<i>Colletotrichum</i> sp.	<i>Vanilla planifolia</i> , <i>Vanilla</i> sp.	Hoja enferma y hoja sana. Tallo	Endófito
<i>Cosmospora</i> sp.	<i>Vanilla</i> sp.	Epífilo	
<i>Diaporthe eucalyptorum</i>	<i>Vanilla</i> sp.	Tallo	Patógeno
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>Loti</i>	<i>Vanilla odorata</i>	Hoja sana	Patógeno
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>Melonis</i>	<i>Vanilla planifolia</i>	Hoja sana	Patógeno
<i>Fusarium solani</i>	<i>Vanilla planifolia</i> , <i>Vanilla calyculata</i>	Hoja sana y raíz. Fruto	Patógeno

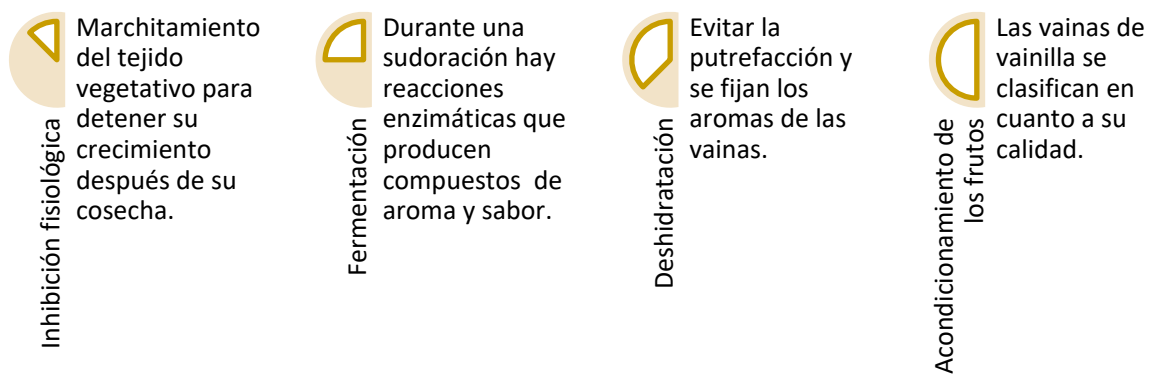
<i>Fusarium</i> sp. (Probablemente <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>vanillae</i> )	<i>Vanilla planifolia</i>	Hoja enferma	Patógeno, endófito
<i>Fusarium</i> sp.	<i>Vanilla odorata</i> , <i>Vanilla</i> spp.	Hoja sana, Tallo y raíz	Endófito
<i>Hypocrea virens</i>	<i>Vanilla</i> sp.	Tallo	
<i>Lasiodiplodia venezuelensis</i>	<i>Vanilla</i> sp.	Tallo	Patógeno, endófito
Micelios estériles (más de 40)	<i>Vanilla</i> spp.	Raíz, tallo y hoja	Endófitos
<i>Neofusicoccum</i> sp.	<i>Vanilla calyculata</i>	Fruto	
<i>Penicillium</i> spp.	<i>Vanilla odorata</i> , <i>Vanilla</i> spp.	Raíz, Hoja sana y tallo	Endófito
<i>Pestalotia</i> sp.	<i>Vanilla planifolia</i> , <i>Vanilla calyculata</i> , <i>Vanilla</i> sp.	Hoja enferma, Fruto, Hoja sana	Endófito, patógeno
<i>Pestalotiopsis theae</i>	<i>Vanilla</i> sp.	Hoja	
<i>Phialocephala</i> sp.	<i>Vanilla odorata</i> , <i>Vanilla</i> sp.	Raíz	Endófito
<i>Phomopsis</i> sp.	<i>Vanilla planifolia</i> , <i>Vanilla</i> sp.	Raíz	Patógeno, endófito
<i>Rhizoctonia</i> sp.	<i>Vanilla</i> sp.	Raíz	Patógeno, endófito
<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Vanilla planifolia</i>	Raíz	
<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Vanilla odorata</i> , <i>Vanilla</i> spp.	Tallo, Hoja y raíz	Endófito
<i>Volutella</i> sp.	<i>Vanilla</i> sp.	Hoja	Patógeno
<i>Xylaria</i> spp.	<i>Vanilla planifolia</i> ,	Hoja enferma, Raíz	Saprófito, endófito

*Vanilla spp.*

### 3.3 Etapas del proceso de Beneficiado y condiciones

El beneficio de la vainilla se lleva a cabo después de la cosecha para darle un valor agregado al fruto verde de la vainilla, en el cual son sometidas a un tratamiento de conservación debido a que se detiene el proceso natural de madurez fisiológico de las vainas. Tiene como objetivo liberar la glucovainillina y enzimas catalizadoras (precursores del sabor) que se encuentran acumuladas en la placenta, que aparentemente son retenidas en las diferentes partes del fruto; durante el beneficiado se libera la alfa-glucosidasa que separa la glucovainillina en vainillina (componente principal del sabor) y glucosa (Reyes y Rodríguez, 2008).

El proceso se divide principalmente en cuatro fases: inhibición fisiológica, fermentación, deshidratación y acondicionamiento de los frutos (Figura 12).



**Figura 12** Etapas del proceso de beneficiado y condiciones

Según Reyes y Rodríguez (2008), durante la inhibición fisiológica se evita la dehiscencia y permite dar inicio al aprovechamiento de los precursores del sabor; gracias a las condiciones de humedad y temperatura se da inicio a diversos procesos enzimáticos durante la fermentación, fase en la que se desarrollan el sabor, aroma y color al generarse un contacto entre los precursores del sabor y las enzimas catalizadoras que hidrolizan los compuestos hasta obtener la vainillina entre otros 250 componentes identificados; al finalizar los periodos de sudado (fermentación), los frutos ya contienen la mayoría de las características de aroma, sabor y color. A esta altura, el fruto ha perdido hasta un 70% de humedad, logrado tras la deshidratación gradual de los frutos con la ayuda de la radiación

solar hasta que su humedad, contenidos de aceites esenciales y sabor alcanzan un punto de equilibrio; además de controlar su maduración (Muñoz, 2008).

Para finalizar el proceso, los frutos son sometidos a un acondicionamiento en el que la humedad se ajusta entre 25 y 40%, esto logra la protección del fruto debido a su bajo contenido de agua.

### 3.3.1 Etapas de procesamiento

#### 3.3.1.1 Recepción del fruto

La recepción es la actividad de recibir, seleccionar y cuantificar el producto según su calidad, esto con la finalidad de determinar el valor total de dicho producto. La selección consta de tres calidades que son vainas enteras, vainas rajadas y vainas pequeñas o picadura (Curti, 1995). El lote de vainas enteras contempla frutos mayores de 12 cm y que no se encuentren abiertos o rajados. Un lote de vainas pequeñas o picadura está comprendido por frutos de longitud inferior a 12 cm, mientras que las vainas rajadas o pinta rajada contempla los frutos que se encuentran abiertos, de longitud mayor a 12 cm. Esta clasificación ayuda a definir el porcentaje de frutos de deseada calidad, resulta crítico; pues facilita el manejo en el deshidratado, ya que los frutos inmaduros o frutos menores a los 12 cm, se deshidratan con mayor rapidez que los demás.

#### 3.3.1.2. Despezonado del fruto

El despezonado consiste en separar de manera manual el fruto (vaina) del raquis, sin dañar el pedúnculo de la vaina. Posteriormente se realiza el enmaletado que consiste en depositar las vainas con las puntas encontradas sobre un petate húmedo, el cual servirá para envolver el fruto (Fernández, 2013).

#### 3.3.1.3 Marchitamiento del fruto

Durante el marchitamiento se detiene el desarrollo vegetativo de las vainas (interrupción de la función respiratoria por ruptura de la membrana celular) (Tapia, 2011) y de igual modo se rompen las estructuras celulares para que las enzimas entren en contacto con sus sustratos (Ramachandra y Ravishankar, 2000). La ruptura de la estructura celular de las vainas se puede realizar por inmersión en agua caliente (60-70°C) durante 3 min (Havkin-Frenkel y Frenkel, 2006) soleado, marchitamiento por horneado, tratamientos con gas etileno o congelación (Ramachandra y Ravishankar, 2000).

Se han reportado estudios sobre esta etapa del beneficio, como congelar las vainas en nitrógeno líquido o colocarlas durante determinado tiempo en un congelador (-80°C) (Ansaldi, Marseille y Aubagne, 1990) o bien, se ha demostrado que al almacenar las vainas a -70°C o menos se conserva la viabilidad de las enzimas que están involucradas en el proceso de beneficio (Dignum, 2001; Dignum, Kerler y Verpoorte, 2001; Havkin-Frenkel y Frenkel, 2006).

#### *3.3.1.4 Sudado*

En esta etapa la vainilla desarrolla las características tan apreciadas de sabor, aroma y color. Las vainas se colocan en un ambiente con humedad relativa y temperatura elevada (45-65°C) durante 7-10 días (Tapia, 2011). La finalidad es retener en las vainas una humedad suficiente para que actúen las enzimas que catalizan los procesos oxidativos e hidrolíticos que tienen lugar durante el beneficio (Havkin-Frenkel y Frenkel, 2006) la vainillina y otros compuestos relacionados son liberados a partir de sus precursores glucosídicos y la oxidación de los compuestos fenólicos proporciona a las vainas su característica tonalidad oscura, así como otros atributos de sabor altamente deseables (Ramachandra y Ravishankar, 2000); al mismo tiempo, se registra una disminución en el contenido de agua para prevenir la contaminación por microorganismos y evitar la fermentación potencialmente perjudicial para las vainas de vainilla.

#### *3.3.1.5 Secado*

Esta etapa también es conocida como “asoleado” de las vainas y consiste en la colocación de petates tendidos en el suelo que sirven de protección para que la vaina no esté en contacto directo; las vainas son expuestas a sesiones de sol alrededor del mediodía durante dos o tres horas (al término de la exposición las vainas son introducidas de nuevo al cuarto de sudado) para que la vaina alcance una tercera parte de su peso inicial al final de esta etapa.

Cuando las vainas de vainilla están entre 60-70% de humedad, son de tonalidad café oscura y han desarrollado la mayoría de las características de sabor y aroma típicos de las vainas beneficiadas (Tapia, 2011).

Durante el secado, se busca disminuir el contenido de humedad de las vainas hasta 25-30% para frenar algunos cambios bioquímicos y actividades enzimáticas indeseables, así como la contaminación por microorganismos (Ramachandra y Ravishankar, 2000).

### 3.3.1.6 Acondicionamiento

En el acondicionamiento las vainas se almacenan en cajas cerradas con una duración aproximada de tres meses hasta alcanzar un sabor y aroma adecuados para su comercialización.

Se registran algunas reacciones químicas y bioquímicas como la esterificación, degradación oxidativa y producción de algunos compuestos aromáticos (Ramachandra y Ravishankar, 2000) aunque las prácticas varían de un país a otro; por ejemplo, en Madagascar las vainas beneficiadas se colocan en cajas y se cubren con papel encerado; en Indonesia se empaican en cajas de cartón y se cubren con polietileno o papel encerado, en Tahití, son atadas, cuidadosamente colocadas en cajas de cartón delgadas y cubiertas con papel encerado (Havkin-Frenkel y Frenkel, 2006) mientras que en México las vainas se empaican en rollos envueltas en papel encerado dentro de cajas de madera. Es importante que durante este periodo las vainas sean revisadas para impedir el desarrollo de hongos (Fernández, 2013).

### 3.3.1.7 Clasificación de vainas

Las vainas de vainilla se clasifican en categorías basadas según la norma NMX-FF-074-SCFI-2009: Extra. I, II y III; estas categorías y sus características más notables. En todos los casos se espera que el aroma de vainilla sea característico de la especie, lo cual hace referencia a aquel producido por las cuatro moléculas aromáticas responsables mayoritarias en la vaina (ácido vainillínico, vainilla, ácido p-hidroxibenzaldehído y ácido p-hidroxibenzoico) que al ser beneficiada cambian a ser compuestos volátiles; el aroma debe ser dulce y exento de olores asociados a pudrición. La vainilla que no cumpla las especificaciones para los grados y tipos descritos en la presente norma, puede usarse para extracción u otro subproducto.

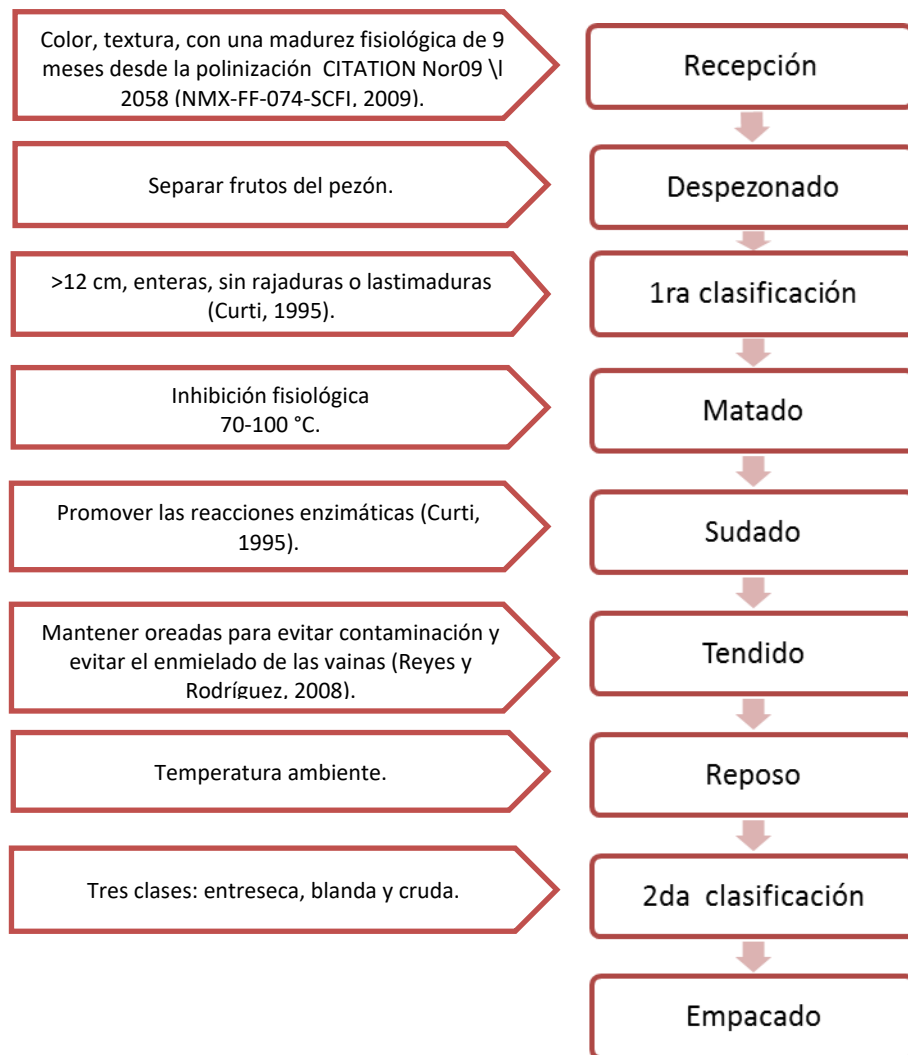
### 3.3.2 Tipos de beneficiado

El proceso de beneficiado de la vainilla está diseñado para producir un producto aromáticamente atractivo y microbiológicamente estable de una manera general, los granos procesados contienen vainillina, ácido vanílico, ácido p-hidroxibenzoico, p-hidroxibenzaldehído, proteínas, azúcares, fibra como la hemicelulosa y la celulosa, ceras, resinas, pigmentos, taninos, minerales y aceites esenciales (De La Cruz, 2009) a partir de las vainas verdes cosechadas antes de su madurez y que no tienen aroma característico (Reyes y Rodríguez, 2008).

Las técnicas del beneficiado son de amplia variedad, aunque de igual modo generalmente implican cuatro pasos principales. Los términos específicos se utilizan en referencia a los pasos del beneficiado en la producción de los distintos países: países en donde la vainilla se produce son principalmente en América Central (México) de habla española, de habla francesa en la región del Océano Indico (Reunión, Comoras, Madagascar), y de habla Inglés (India, Uganda).

Las descripciones de estos pasos a menudo llegan a ser ambiguas y confusas en los diferentes idiomas, más complicado por el hecho de que la separación entre los cuatro pasos con frecuencia es subjetiva y polémica.

Según Báez (2014), existen tres principales categorías en las cuáles clasificara los sistemas de beneficiado de los estados de Puebla y Veracruz: rústico, tradicional y semi-tecnificado. Los sistemas analizados consideraran nueve etapas: recepción, despezonado, primera clasificación, marchitamiento, sudado, tendido, reposo, segunda clasificación y por último empacado; con variación en las condiciones y tiempos de etapas (Figura 13).



### 3.4 Usos de la vainilla

A partir de la calidad de la vaina beneficiada se generan una serie de subproductos, como extracto natural concentrado de vainilla, oleorresinas de vainilla, vainilla en polvo, vainilla molida, saborizante natural, entre otras. La vainilla es utilizada también como especia saborizante y aromática, de acuerdo con estas características se utiliza en diferentes industrias, las de mayor importancia son la industria refresquera y productora de helados (Bythrow, 2005); industria farmacéutica y panadera; adicionalmente, este compuesto tiene potencial como preservativo de alimentos, agente microbicida y en la industria química como intermediario en la síntesis de herbicidas y drogas (Burri, 1989; Hocking, 199; Fitzgerald, 2003), así también como agente reductor del daño cromosomal

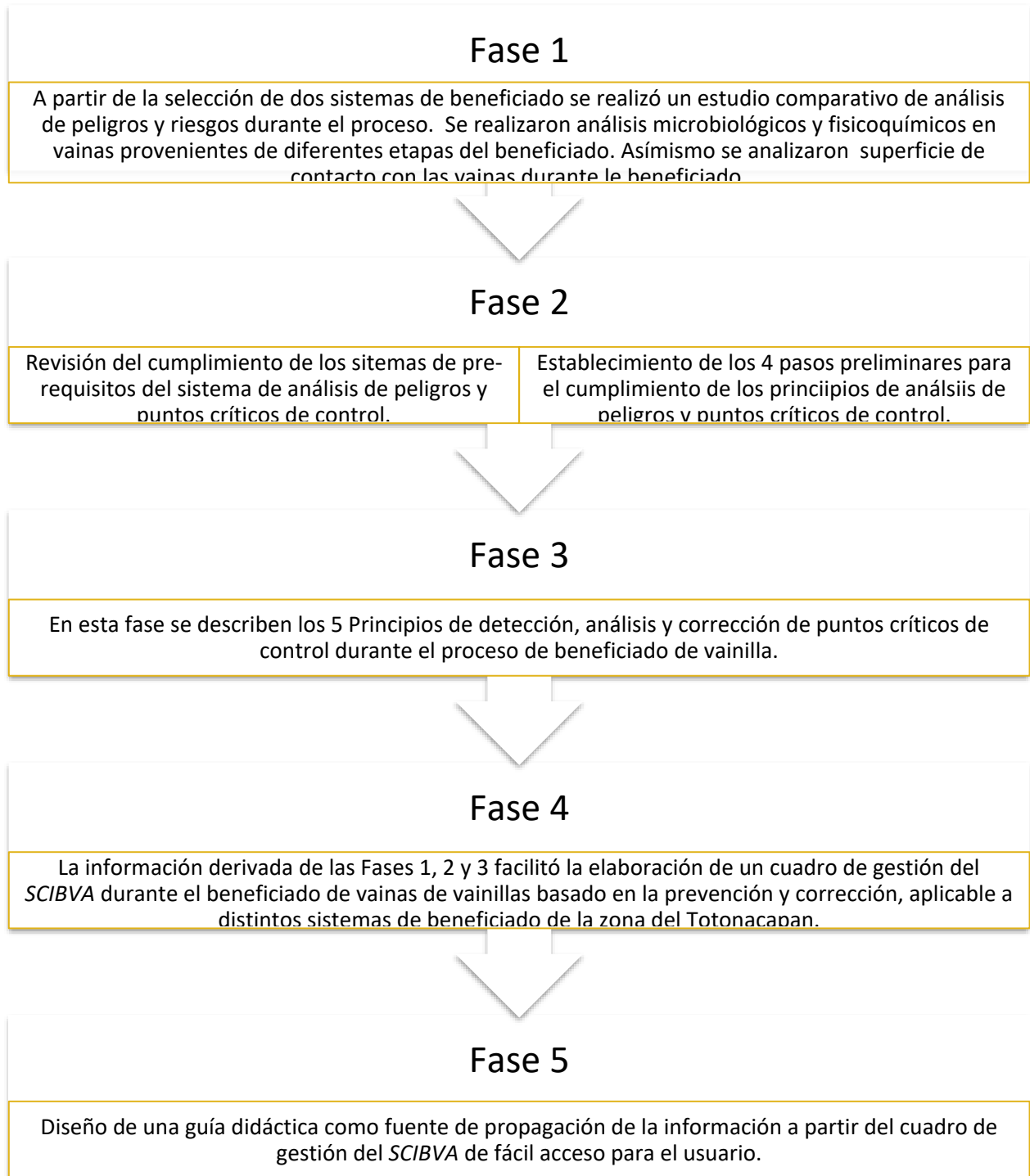
inducido por radiaciones y como agente anticarcinógeno (Keshava, 1998; Duran y Karran, 2003; Maurya, 2007; Lee, 2014).

Como ya se comentó, el sabor parece ser la principal aplicación de las vainas de vainilla beneficiada y es muy utilizada en la industria láctea en Suiza por ejemplo, la vainilla es un ingrediente muy popular en la elaboración de flanes y pudines y es un ingrediente común en algunos postres típicos suizos, por ejemplo rodillo suizo de vainilla con almendra caramelizada. Asimismo la vainilla es muy apreciada en el mercado francés por su versatilidad, de ahí el término "más que una especia". Su aroma distinto y rico ha hecho muy popular entre la repostería francesa, procesamiento de alimentos, industrias de cosméticos y medicinales, donde se utiliza como saborizante o fragancia en una variedad de productos que van desde helados y pasteles a los productos no alimenticios, tales como perfumes (CBI, 2015).

## Metodología

---

La presente metodología se divide en 5 fases cuya realización sirvió para desarrollar un Sistema de Calidad e Inocuidad durante el Beneficiado de Vainilla (*SCIBVA*), dichas fases son descritas en la Figura 14 que se muestra a continuación.



## **Fase 1 Sistemas de producción y beneficiado de vainas verdes de vainilla**

### **1.1 Estudio comparativo del proceso de producción de vainilla**

Se seleccionaron cuatro sitios de estudio (Ayotoxco, 1° de Mayo, Pantepec y 20 soles) productores de vainas verdes de vainilla y mediante la aplicación del Cuestionario I (Anexo I) se obtuvo información del sistema de producción que se maneja y las condiciones de cultivo.

### **1.2 Estudio comparativo del proceso de beneficiado de vainilla**

Se seleccionaron dos sitios de estudio para el proceso de beneficiado y mediante la aplicación del Cuestionario II (Anexo II) se obtuvo información del tipo de beneficiado brindada por los beneficiadores, generando la Tabla \* que permite comparar los niveles y sistemas de producción según las instalaciones y cantidad de producto a obtener. En la Tabla \* se describe a modo comparativo cada etapa del proceso de beneficiado de cada sitio de estudio.

## **Fase 2 Cumplimiento de Pasos Preliminares del SCIBVA**

### **2.1 Sistema de pre-requisitos**

#### **a) Sistema de producción y Prácticas agrícolas, control de plagas y control de químicos**

Este paso preliminar consistió en conocer los elementos y los procesos que operan los sistemas productivos y condiciones de proceso a través de la elaboración de un cuestionario (Anexo 1) conformado por 65 reactivos que brindaron datos relacionados con: sistemas de producción, manejo de cultivos y comercialización. Estos tópicos fueron previamente preparados basados en el cumplimiento de las Buenas Prácticas Agrícolas-SAGARPA. En la Tabla 12 se presenta un análisis de los peligros y una descripción de acuerdo a la naturaleza y condiciones de las etapas de cultivo de vainilla.

### **2.2 Pasos preliminares**

#### **2.2.1. Selección del equipo de trabajo**

Para la selección del equipo SCIBVA se consideraron los miembros involucrados en la cadena productiva de vainilla, integrada por productores, beneficiadores,

comercializadores y artesanos. Pertenecientes a la zona del Totonacapan que tiene el mayor prestigio y producción de vainilla de nuestro país.

Asimismo para conocer cada una de las funciones desarrolladas por cada integrante del proceso se aplicó al beneficiador el Cuestionario II (Anexo II), conformado por 70 reactivos con el fin de conocer las actividades realizadas por cada eslabón de la cadena productiva.

### 2.2.2 Descripción del producto

Las características de las vainas de vainilla beneficiada descritas en la NMX-FF-074-SCFI-2009, junto con información proporcionada por los productores y beneficiadores a través de las respuestas de los Cuestionarios I y II (Anexo I y II) fueron utilizadas para describir el producto en la Tabla 15 para conocer las características y usos destinados del producto.

### 2.2.3 Diagrama de Flujo del Proceso de beneficiado y verificación *in situ*.

#### *a) Diagrama de flujo de proceso*

Para poder elaborar el diagrama de flujo del proceso de beneficiado de vainilla se consultó el trabajo de Báez (2014) y las respuestas del reactivo 3 del cuestionario II (Anexo II) aplicado a los beneficiadores, comprobando que las etapas del proceso de beneficiado de vainillas a partir de su cosecha son: recepción, despezonado, primera clasificación, marchitamiento, sudado, tendido, reposo, segunda clasificación y empaque (Figura 15).

#### *b) Confirmación *in situ**

Las etapas previamente definidas en el inciso a) de esta sección fueron confirmadas a partir del estudio observacional *in situ* durante las visitas de campo para monitoreo del proceso (Figura 16).

## Fase 3 Cumplimiento de los Principios del SCIBVA

Para el establecimiento de los principios del sistema SCIBVA se consideró la documentación de 5 principios propuestos por el sistema Manual APPCC.

### 3.1 PRINCIPIO 1: Análisis de peligros

#### 3.1.1 Identificación de Peligros

El equipo de trabajo identificó y clasificó los peligros que se presentan en cada etapa del proceso, la Tabla 7 muestra el formato de cuadro de análisis que será presentado en la sección de resultados (Tabla \*). Al realizar la confirmación *in situ* del diagrama de flujo se hicieron observaciones útiles para hacer una identificación de los peligros y sus medidas preventivas.

Se realizaron evaluaciones microbiológicas en vainas de vainilla verdes y beneficiadas de los cuatro sitios seleccionados, presentando diferencias entre sí en los recuentos de los grupos indicadores de inocuidad (Bacterias Mesófilas Aerobias, Organismos Coliformes Totales y Hongos y Levaduras) y la identificación de la microbiota presente mediante el sistema VITEK.

Todos los experimentos fueron realizados en 9 repeticiones considerando un diseño completamente aleatorizado. Los resultados de los grupos indicadores por etapa y procedencia fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) de\*\*\*. Las medias de los recuentos fueron comparadas mediante el empleo de la prueba de Tukey (P= 0.05). Los análisis fueron realizados con el software estadístico Minitab 17.

*Tabla 7 Formato de análisis de peligros para el plan SCIBVA*

No. de etapa	Etapa del proceso	Tipo de Peligro	Medida preventiva
#		Biológico:	
		Físico:	
		Químico:	

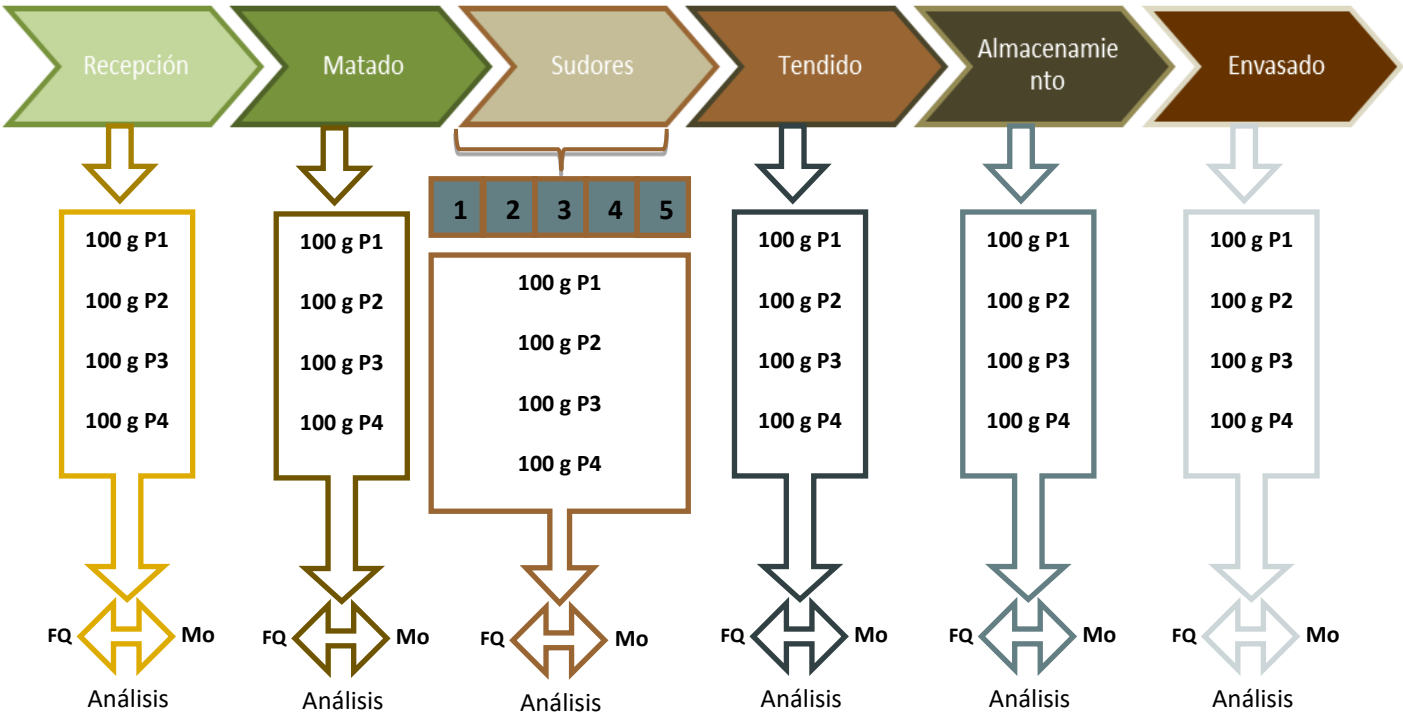
#### 3.1.2 Evaluación de peligros

Se fundamentó cada toma de decisión realizando análisis de características fisicoquímicas y microbiológicas de las vainas de vainilla para monitorear los parámetros de calidad establecidos en la Norma durante cada etapa, a continuación se describen los métodos de análisis.

a) *Material vegetal*

Se recolectaron 4 Kg de vainas de vainilla verde totales (1 Kg de cada productor) que fueron acopiados en un centro de beneficiado, se identificaron por medio de un distintivo de color por procedencia y se acondicionaron para iniciar su beneficiado; se acondicionaron para el proceso.

La Figura 15 muestra un esquema de la metodología de muestreo y selección de vainas, se seleccionaron 100 g de vainas de cada procedencia para cada etapa de beneficio: vainas verdes maduras (Recepción), 100 g de vainas de cada procedencia durante el marchitamiento, 100 gr de vainas de cada procedencia durante diez ciclos de sudado y soleado, y 100 gr de vainas de cada procedencia durante la etapa de almacenamiento (acondicionamiento). Las muestras fueron inmediatamente empacadas en bolsas estériles y llevadas al laboratorio de análisis.



### *b) Análisis fisicoquímicos*

Una vez en el laboratorio cada muestra se acondicionó para su análisis, destinando 25 g de la muestra para análisis fisicoquímicos (peso, longitud,  $a_w$ , humedad, textura, pH y color).

#### Peso y medición

Se tomó una muestra de seis vainas de cada región indicada, se midió y pesó cada una haciendo una selección de acuerdo a la calidad indicada en la norma mexicana NMX-FF-074-SCFI-2009.

#### Actividad de agua

Cada vaina se cortó por mitad a lo largo con un cuchillo, tomando 0.5 a 1g de muestra las semillas beneficiadas raspándolas de manera homogénea; posteriormente se midió en un higrómetro la actividad acuosa (AOAC 978.18).

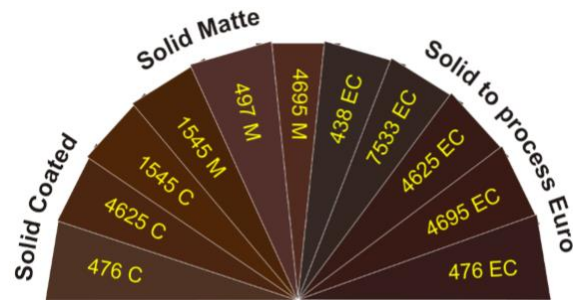
#### pH

Se obtuvo la pulpa cortando longitudinalmente una vaina, retirando las semillas beneficiadas por raspado; muestras de 1-2 g de semillas se molieron en un vaso de precipitado pequeño, hasta formar un puré. El electrodo de un potenciómetro convencional (Jenway) se introdujo al vaso, procurando que éste fuera cubierto de manera uniforme; se obtuvo la medición de pH tras equilibrar la lectura por aproximadamente un minuto (NMX-F-317-S-1978).

#### Color

Las determinaciones de color se realizaron en un colorímetro Hunterlab con iluminante D65 a 2°; se cortaron las vainas en cuatro partes iguales, las cuales se colocaron sobre una base de vidrio transparente debidamente cubierta con una capucha negra. El colorímetro se calibró previamente con tejas negra y blanca.

Se consiguieron cromáticas  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  (escala CIELAB) de cada vaina obteniendo promedios de tres lecturas consecutivas. Posteriormente se calculó la diferencia de color total ( $\Delta E$ ) para su conversión y ubicación de acuerdo a la escala cromática PANTONE (Figura 16) mediante relaciones matemáticas apropiadas (NMX-FF-074-SCFI-2009).



*Figura 16 Carta cromática Pantone ® C= Coated (Estucado); M= Mate; EC= Estucado Europeo.*

### Textura

Se determinó flexibilidad y firmeza de las vainas utilizando un texturómetro, expresando los resultados como puntos de fuerza máxima (Kg) y área (trabajo para doblar la muestra).

### Humedad

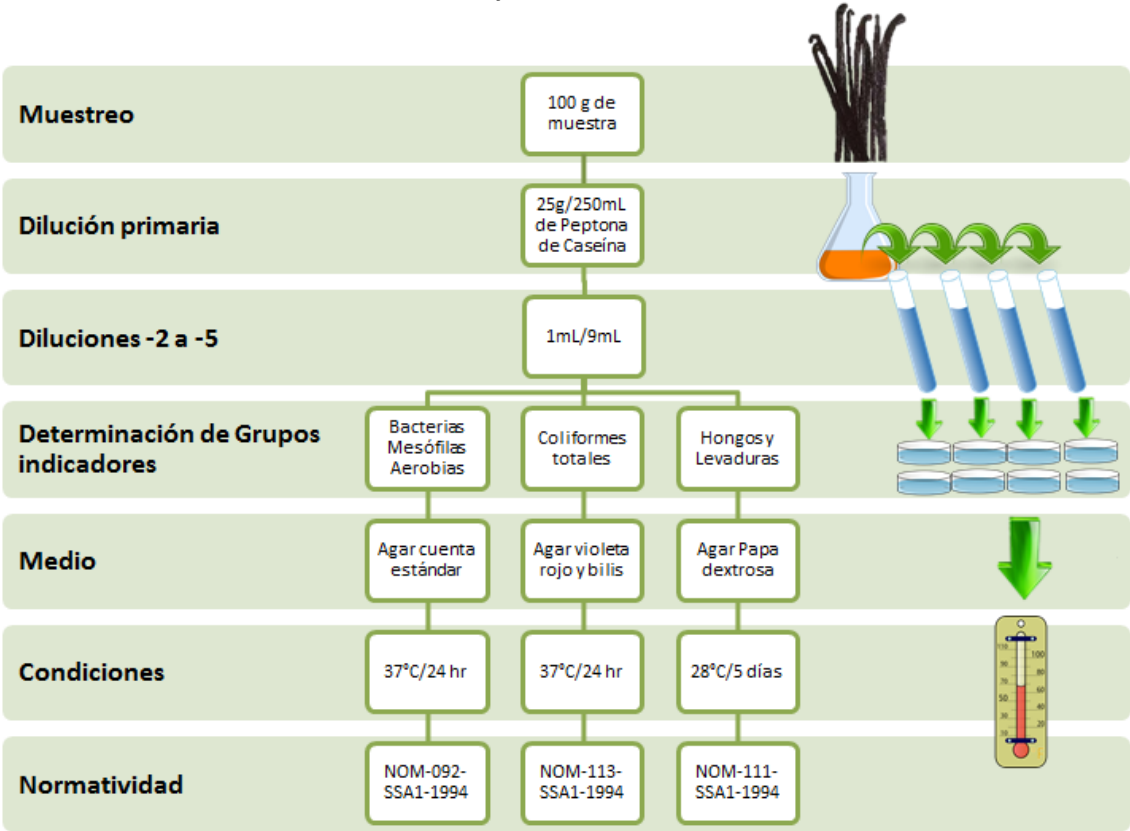
Se calculó como la cantidad de agua extraída y recolectada según el método especificado en el inciso 8.1 de la norma mexicana NMX-FF-074-SCFI-2009. La cantidad de agua se expresa como la fracción másica, en porcentaje.

### *c) Análisis microbiológicos*

Los recuentos de los grupos indicadores se realizaron de acuerdo con las normas oficiales vigentes como se menciona en la Figura 18.

Para la realización de los recuentos de microorganismos indicadores se realizaron diluciones seriadas de las muestras, siguiendo el procedimiento descrito en la NOM-110-SSA1-1994 considerando como dilución primaria 25 g de vaina en 250 mL de diluyente (Peptona de caseína) y las muestras se homogenizaron como se muestra en la Figura 17;

continuando con las diluciones de las muestras con el mismo diluyente de acuerdo con el grupo indicador analizado.



Organismos coliformes totales (CT)

La determinación de los microorganismos Coliformes Totales se hizo conforme a las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-113-SSA1-1994 y NOM-112-SSA1-1994, utilizando los métodos de vertido en placa y Número más probable (NMP).



Figura SEQ Figura \\* ARABIC 19 Microorganismos Coliformes Totales en medio Rojos Bilis Violeta

### Bacterias mesófilas aerobias (BMA)

La determinación de los microorganismos Bacterias Mesófilas Aerobias se llevó a cabo conforme a lo estipulado en la Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, la cual considera inocular las diluciones de las muestras preparadas según la NOM-110-SSA1-1994. En cada dilución se, agregaron de 12 a 15 mL del medio Cuenta Estándar, mezclado mediante 6 movimientos de derecha a izquierda, 6 en el sentido de las manecillas del reloj, 6 en sentido contrario y 6 de atrás a adelante, sobre una superficie lisa y horizontal hasta lograr una completa incorporación del inóculo en el medio; cuidando que el medio no mojara la cubierta de las cajas. Se incluyó una caja sin inóculo por cada lote de medio y diluyente preparado como testigo de esterilidad. Se incubaron las cajas en posición invertida (la tapa hacia abajo) por 35°C a 48 h. En la lectura seleccionar aquellas placas donde aparezcan entre 25 a 250 UFC/g.



*Figura 20 Bacterias Mesófilas Aerobias en medio*

### Mohos y levaduras

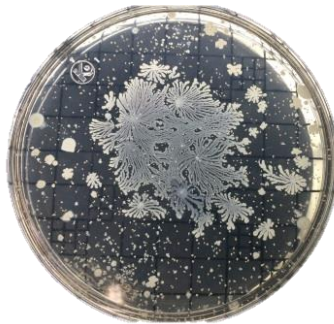
La determinación de los microorganismos mohos y levaduras se realizó conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, el método utilizado fue vertido en placa el cual consiste en adicionar 1mL de cada dilución y posteriormente verter de 15 a 20 mL de agar papa dextrosa acidificado al 5% con ácido tartárico, Las condiciones de incubación

consisten colocar los cultivos a 25°C, se contaron las colonias de cada placa después de 3, 4 y 5 días de incubación.

### 3.2 PRINCIPIO 2: Determinación de los puntos de control crítico (PCC)

#### 3.2.1 Evaluación de peligros

Los peligros identificados en la Tabla \* se evaluaron según su probabilidad (valores



*Figura 21 SEQ Figura 1\* ARABIC Hongos y Levaduras en medio Agar Papa Dextrosa*

de Tabla \*) y severidad (valores Tabla \*) para ser asignado su valor PXS (“probabilidad por severidad”) generando la Tabla \* que ordena los peligros según su orden de aparición. Una vez seleccionados los peligros significativos de los no significativos a partir del valor PXS, se establecieron medidas de control que corrigen dichos peligros. La Tabla 8 muestra una platilla del cuadro de evaluación PXS.

*Tabla 8 Formato de Valor de PXS de cada peligro*

<b>Etap a</b>	<b>Peligro</b>	<b>Código</b>	<b>Probabilida d</b>	<b>Severidad</b>	<b>PXS</b>
<b>1</b>	Descripció n	Orden de aparición	Valor tabla	Valor tabla	Product o

#### 3.2.2 Criterios de evaluación para medidas de control

De acuerdo con la Norma ISO 22000 el control de medidas se clasificó conforme a su manejo dentro del programa de pre-requisitos o mediante el plan *SCIBVA* asignando los valores relacionados con las variables descritas y sus valores de la Tabla \*.

Al finalizar la puntuación de las medidas de control, cada una se calificó de acuerdo a las 7 variables descritas en la Tabla \*. Si al final esta calificación fue  $\geq 14$  este puede ser tratado por el SCIBVA y si la evacuación fue  $\leq 14$  puede ser tratado por los pre-requisitos operacionales (PPRo).

### 3.2.3 Evaluación de medidas de control

La Tabla \* reúne el listado de peligros significativos y si deben ser controlados en PPR o por el plan SCIBVA como PCC (Punto Crítico de Control) según la calificación de la suma del valor de las variables 1-7; así se trabajarán los PCC para asignar sus límites de control en los siguientes peligros. La Tabla 9 muestra una plantilla de la evaluación de medidas de control con su puntaje según el valor de las variables.

*Tabla 9 Evaluación de medidas de control, Variables 1-7; Programas de Prerrequisitos operacionales (PPRo) y Puntos Críticos de Control (PCC)*

Código de Peligro	Medidas de control	Valor de la variables							Puntuación	PPRo/PC
		V	V	V	V	V	V	V		
		1	2	3	4	5	6	7		
<b>Peligros significativos</b>	Descripción								$\geq 14$	
									$\leq 14$	

### 3.3 PRINCIPIO 3: Establecimiento del SCIBVA

Una vez definidos los PCC, se establecieron Límites Críticos para las medidas preventivas asociadas a cada PCC identificados en el Principio 2, basados en la observación, análisis y verificación de información del proceso de beneficiado. Los PCC, peligros y límites críticos se registraron en las columnas 1, 2 y 3 como se muestra en la Tabla 10 como plantilla del formulario del plan SCIBVA.

Para asegurar el cumplimiento continuo de los límites críticos se establecieron los requisitos de monitoreo de cada PCC a partir de una secuencia de observaciones planificada para evaluar su control y producir un registro preciso para usarlo en verificaciones futuras, se establece qué se va a monitorear, cómo se hará y con qué frecuencia y finalmente quién

realizará el monitoreo. Utilizando el formato del formulario del plan *SCIBVA* de la Tabla 11 respondiendo en las columnas 4, 5, 6 y 7; obteniendo con esto la Tabla \*.

Para cumplir con el Principio 3 se establecieron acciones correctivas para no comprometer los límites críticos, señalando los procedimientos para establecer el control del proceso, éstas medidas se describen y documentan en la columna 8 de Formulario del Plan *SCIBVA* (Tabla 12).

Al finalizar es sistema de identificación y análisis de peligros y puntos críticos de control las fases deben quedar recogidas en un documento llamado Plan de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control. La información derivada de la aplicación de los cinco principios del *SCIBVA* se registró en una tabla de control o cuadro de gestión.

Debe acompañarse de la documentación necesaria que lo justifique (motivos para descartar un posible peligro potencial, argumentos aplicados en el árbol de decisiones, justificación de un determinado límite crítico, etc.).

**Tabla 10 Formato de formulario del plan SCIBVA**

1	2	3	4	5	6	7	8
PCC	Peligro significativo o	Límites Críticos para cada Medida Preventiva	Monitoreo				Acción (es) Correctiva (s)
			¿Qué?	¿Cómo?	Frecuencia	¿Quién?	

## Fase 4 Elaboración del Cuadro de Gestión *SCIBVA*

### 4.1 Plan asociado a parámetros de calidad

Durante las etapas del proceso de beneficiado de vainilla, características fisicoquímicas (pH, actividad acuosa, firmeza, contenido de humedad, peso, longitud) y sensoriales (color, flexibilidad y brillantez) sirven como parámetros de control de calidad, las vainas pueden continuar o no en el proceso dependiendo de la relación que exista entre estas características y si su valoración se encuentra dentro de los estándares de calidad que se indican en la normatividad vigente.

Se generó la Tabla \*\*\* que indica los límites y sistema de monitoreo para cada punto de control asociado a la calidad de las vainas durante su beneficiado, a partir de las

mediciones realizadas durante el muestreo por etapa que se explica en el apartado \*\*\*\* de esta metodología.

El monitoreo de estas características permitió observar si existe una relación entre las características evaluadas y de qué manera podrían mejorarse a partir de la implementación de un sistema de monitoreo que mantenga los valores dentro de los límites y en caso contrario, se establecen medidas correctivas para evitar que la siguiente etapa de proceso se vea afectada por una medida no deseada de estos parámetros de calidad.

## 4.2 Plan asociado a parámetros de inocuidad

La información derivada de los 5 Principios del sistema, se gestionó dentro de una Tabla de control (Tabla \*) que recopila los pasos preliminares y los principios del SCIBVA. Permitiendo revisar los puntos críticos de control durante el proceso de beneficiado y conocer las medidas preventivas y correctivas; además de haber generado un registro de información derivado del análisis del proceso para mejorar la calidad y asegurar la inocuidad de los frutos de vainilla durante su procesamiento. La Tabla 13 muestra una plantilla del cuadro de gestión que se obtendrá al finalizar la Fase 4.

*Tabla 11 Formato de cuadro de gestión SCIBVA Donde P=Principio*

Etapa	Peligros y causas	Medidas preventivas	PCC	Límite crítico	Sistema de vigilancia	Medidas correctivas
		P1	P2	P3	P4	P5

## Fase 5

### 5.1 Diseño de herramienta didáctica

Se elaboró una herramienta didáctica a partir del cuadro generado en la Fase 4 y se diseñó teniendo como población objetivo los sectores productivos y beneficiadores de vainilla. Se consideró la información recabada de un diagnóstico participativo. Asimismo se contempló la información de las Buenas prácticas agrícolas y datos de la región de estudio, así como diagramas de proceso; esta es una recopilación didáctica y gráfica para que cualquier miembro de la cadena productiva del procesamiento de vainilla pueda utilizarla

para asegurar la calidad e inocuidad del producto. Esta guía recopila la información necesaria para aplicar el sistema de manera coherente y sistemática.

---

## Resultados y discusión

---

En esta sección se recopilan y describen los resultados obtenidos durante las cinco fases que conforman esta investigación, iniciando con la descripción de dos sistemas de beneficiado (Fase 1), evaluación del cumplimiento de los pasos preliminares del Sistema de Calidad e Inocuidad durante el Beneficiado de vainilla por sus siglas *SCIBVA* (Fase 2), posteriormente se propone los principios del sistema el Plan del *SCIBVA* (Fase 3). Con la información obtenida en las Fases 1, 2 y 3 se prosiguió con la elaboración del plan gestión del *SCIBVA* para el beneficiado de vainas de vainillas basado en la prevención y corrección, aplicable a distintos sistemas de beneficiado de la zona del Totonacapan (Fase 4) y finalmente se diseñó una guía como recurso didáctico de fácil acceso para el usuario, elaborado a partir de los calidad e inocuidad del *SCIBVA* (Fase 5).

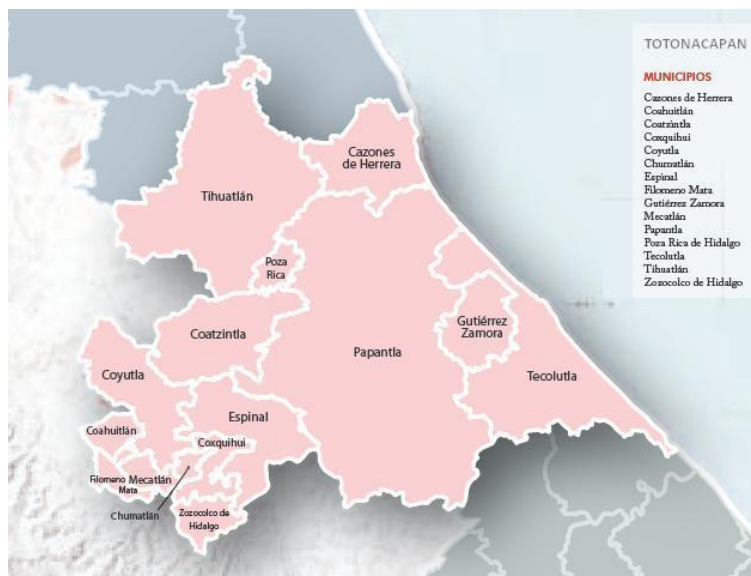
Para la creación del *SCIBVA* se seleccionaron vainas verdes de vainilla provenientes de distintos sitios de producción que fueron consideradas para su beneficiado y se realizaron muestreos aleatorios en cada etapa de dicho proceso. Las vainas fueron analizadas por sus características de calidad (propiedades fisicoquímicas) y de inocuidad (análisis microbiológicos); utilizando los resultados como parámetros para crear límites de control y definir puntos preventivos de control del proceso establecidos en el *SCIBVA*.

## Fase 1: Sistemas de producción y beneficiado de vainas verdes de vainilla

### 1.1 Estudio comparativo del proceso de producción de vainilla

#### 1.1.1 Región de estudio

La región de estudio seleccionada corresponde al Totonacapan de Papantla de Olarte, Veracruz (20° 27' Latitud Norte y a 97° 19' Longitud Oeste) mostrado en la Figura 22. De esta región se seleccionaron cuatro sitios: Ayotoxco, 1° de Mayo, Pantepec y 20 soles; siendo principales productores de vainas de vainilla en verde. A continuación se describen datos generales de su ubicación e información general sobre los aspectos de calidad de las vainillas beneficiadas; todo esto recabado mediante la aplicación del Cuestionario I (Anexo I) con los productores. Asimismo en estos cuatro sitios fueron colectadas vainas verdes maduras de vainilla *Vanilla planifolia* (nueve meses a partir de la polinización) y longitud de 18 a 20 cm, mismas que fueron beneficiadas (*in situ*) de acuerdo al método tradicional y sistemas de beneficiados descritos en el punto 1.2.



**Figura SEQ Figura 1\* ARABIC 22 Ubicación geográfica de la región del Totonacapan**

#### 1.1.1.1 Ayotoxco

El primer sitio de estudio seleccionado a partir de los reportes de Báez (2014) es dirigido por la señora Paulina Hidalgo Diego, ubicado en la zona de la Sierra Norte del Estado de Puebla, en la dirección Manuel Ávila Camacho #28, Ayotoxco en el municipio de Teziutlán. La condición del suelo es fértil; el terreno del vainillal se encuentra con buen

drenaje y abundante materia orgánica. Es un terreno plano y con media sombra; el método de cultivo en este terreno es tradicional con tutor a cielo abierto y malla sombra.

El productor informó que la cantidad de vainilla verde que se cosecha es de 1 a 6 Kg. Se clasifican en vainilla: rajada, zacatillo y entera; y el promedio de longitud de las vainas que se producen es de 20 cm.

#### *1.1.1.2 1° de Mayo*

El siguiente sitio seleccionado para el análisis de vainas verdes para este estudio fue la comunidad de 1° de Mayo bajo la dirección de Beremundo Rodríguez Morales; la comunidad 1° de Mayo es un sitio productor que se encuentra en el municipio de Papantla de Olarte situado al Norte del Estado de Veracruz. Se solicitó al productor información con respecto a las condiciones del terreno y cultivo, así como los niveles de producción.

Las condiciones del suelo es fértil y arcilloso; el terreno del vainillal se encuentra con buen drenaje y abundante materia orgánica. El terreno es inclinado y mucha sombra (70%); el método de cultivo en este terreno es tradicional y cultivo con tutor (a cielo abierto). La cantidad de vainilla verde que se cosecha es de 24 a 36 Kg. Se clasifican en vainilla: rajada, zacatillo y entera; y el promedio de longitud de las vainas que se producen es de 16 cm.

#### *1.1.1.3 Pantepec*

El tercer sitio seleccionado para este estudio es dirigido por el Señor Edilberto Gallegos Huerta, Ejido Carrizal viejo, ubicado en calle Colima número 15 Pantepec, Puebla.

Las condiciones del suelo es fértil, arcilloso (poco), poroso, húmedo y es de tierra arenosa; el terreno del vainillal se encuentra con buen drenaje y abundante materia orgánica. El terreno es inclinado y media sombra; el método de cultivo en este terreno es tradicional y cultivo con tutor en malla sombra. La cantidad de vainilla verde que se cosecha es de 24 a 36 Kg. Se clasifica en vainilla: rajada, zacatillo y entera; y el promedio de longitud de las vainas que se producen es de 16 cm.

#### *1.1.1.4 20 Soles*

El cuarto sitio de estudio de este proyecto es el sitio 20 Soles y produce vainilla bajo la dirección de Ing. Juan Pérez Atzin, ubicado en Prolongación Díaz Mirón sin número en el municipio de Papantla, Veracruz. El Rancho 20 Soles es un sitio productor y beneficiador que se encuentra en el municipio de Papantla de Olarte situado al Norte del Estado de Veracruz.

La condición del suelo es arcilloso y franco (materia orgánica y poroso); el terreno del vainillal se encuentra con buen drenaje, abundante materia orgánica, el terreno es inclinado y media sombra; el método de cultivo en este terreno es cultivo con tutor (a cielo abierto) y con tutor en malla sombra. La cantidad de vainilla verde que se cosecha es de 100 a 500 Kg, se clasifica en vainilla: rajada, zacatillo y entera; y el promedio de longitud de las vainas que se producen es de 16 cm.

## 1.2 Estudio comparativo del proceso de beneficiado de vainilla

Para poder evaluar la calidad de las vainas verdes (provenientes de los cuatro sitios de producción) se consideraron las características mencionadas en la NMX-FF-074-SCFI-2009 para vainas de vainilla y asimismo estos frutos fueron sometidos al proceso de beneficiado de tipo semitecnificado, el cual utilizado en el Rancho 20 Soles y el Rancho Santa Beatriz.

De acuerdo con lo observado por Báez (2014), el sistema de beneficiado más eficiente es el semitecnificado, ya que sus etapas aseguran mayor calidad de aroma y sabor de las vainas.

Para describir a los sistemas de beneficiado que fueron seleccionados (Ranchos 20 Soles y Santa Beatriz) se utilizó información recabada de los reactivos del Cuestionario II (Anexo II). Los aspectos considerados fueron: producción, instalaciones y servicios, etapas del proceso y condiciones del beneficiado (Tablas 1 y 2).

### 1.2.1 Etapas del proceso y condiciones

Los reactivos 1, 4-59 del Cuestionario II (Anexo II) permitieron obtener información del proceso de beneficiado en cuanto a sus etapas, condiciones y manejo de materia prima, en la Tabla 1 se describen de manera comparativa los dos sistemas de beneficiado.

*Tabla 1 Etapas de procesos de beneficiado comparados*

<b>Etapas</b>	<b>20 Soles</b>	<b>Rancho Santa Beatriz</b>
<b>Recepción</b>	Las vainas se aceptan en base a su grado de madurez y color, su longitud debe ser de 16 a 22 cm y el color debe ser verde amarillento; las vainas no deben estar rajadas, sino enteras y con una textura rígida y uniforme.	Las vainas se aceptan de cualquier tamaño.
<b>Despezonado</b>	Se separa el fruto (vaina) del raquis sin dañar el pedúnculo de la vaina.	Se separa el fruto (vaina) del raquis sin dañar el pedúnculo de la vaina.

<b>Primera clasificación</b>	<p>Se dividen en tres categorías de vainas: enteras, rajadas y pequeñas.</p> <p>Las vainas de primera calidad deben ser grandes, zacatillo, pero íntegras.</p>	<p>Se dividen en tres categorías de vainas: enteras, rajadas y pequeñas.</p> <p>Las vainas de primera calidad pueden ser grandes, zacatillo, íntegras o rajadas.</p>
<b>Marchitamiento</b>	<p>Se realiza por el método de inmersión en agua caliente (80-100 °C de 8 a 10 seg) y se cubren en nylon para alcanzar una T de 50-60°C, seguida de exposición al sol hasta llegar a 50-60°C.</p>	<p>Se realiza por el método de inmersión en agua caliente y cubiertas en nylon (hasta que estén calientes) de 3 a 4 horas, hasta alcanzar temperatura para sudor.</p> <p>Se sumergen las vainas en agua a una temperatura de 80-85 °C (monitoreado con termómetro durante todo el proceso), durante 8-10 segundos.</p>
<b>Secado (ciclos de sudados y tendidos)</b>	<p>El beneficiador debe supervisar el proceso de sudado se realiza en cajones de madera y sudado en depósitos de plástico a una temperatura de 60°C (monitoreo con termómetro) durante 20 horas.</p>	<p>El beneficiador debe supervisar el proceso de sudado se realiza en cajones de madera cubiertos con nylon de 48 a 72 horas.</p>
	<p>Las vainas deben orearse para evitar fermentaciones, ataques por hongos; poder eliminar la humedad lentamente.</p> <p>No se monitorea la temperatura.</p> <p>Y se deja hasta que alcance la temperatura óptima (37°C) para guardar y dar sudor.</p>	<p>Las vainas deben orearse para absorber el calor del sol.</p> <p>No se monitorea la temperatura.</p> <p>Durante 4 horas.</p>
<b>Reposo</b>	<p>Se realiza un reposo para ventilar las vainas y para que pierdan la humedad del sudado, durante no más de 10 días.</p>	<p>Se realiza un reposo para ventilar las vainas y para que se enfríen sobre las camillas.</p>
<b>Segunda clasificación</b>	<p>No se separan por categorías, se realiza la clasificación por los parámetros de flexibilidad (muy flexibles), % de humedad (25-30%) y color café oscuro característico muy brillante.</p> <p>Rango de longitud debe ser de 12-22 cm.</p>	<p>Las vainas se separan en 7 categorías por tamaños y sudores: se realiza la clasificación por los parámetros de Flexibilidad (muy flexibles) % de humedad (28-32%), color café oscuro característico y brillante, tamaño y número de sudores.</p> <p>El rango de longitud debe ser de 20-22 cm.</p>
<b>Empaque</b>	<p>Las vainas beneficiadas se clasifican en categoría gourmet exclusivo, sin daños físicos con 30% de humedad, 22 cm de longitud.</p> <p>No se conoce el contenido de vainillina.</p>	<p>Las vainas beneficiadas se clasifican en categorías:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Vainas negras &lt;12cm,</li> <li>● Vainas rajadas &lt;12cm,</li> <li>● Vainas negras (superior) &gt;12-13.9cm,</li> </ul>

	<p>El envase es de bolsa de polietileno al vacío dentro de cajas de cartón al finalizar la clasificación.</p> <p>Todos los productos son envasados, etiquetados y empaquetados de acuerdo a la reglamentación del país.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Vainas negras (superior) &gt;14-15.9cm,</li> <li>● Vainas negras (gourmet) &gt;16-17.9cm,</li> <li>● Vainas negras (gourmet) &gt;18-19.9cm</li> <li>● Vainas negras (gourmet) 20-22cm.</li> </ul> <p>No deben tener daños físicos y deben tener un contenido de humedad de 30%. No se conoce el contenido de vainillina. El envase es de bolsa de polietileno al vacío, al finalizar la clasificación. Todos los productos son envasados, etiquetados y empaquetados de acuerdo a la reglamentación del país.</p>
<b>Almacenamiento</b>	Se almacenan el producto en condiciones de poca humedad y temperatura estable (lugar fresco).	Se almacenan el producto en condiciones de poca humedad y temperatura estable (lugar fresco).

### 1.2.2 Producción

Los reactivos 2 y 3 del Cuestionario II (Anexo II), permitieron conocer las cantidades de producción de vainilla de cada sitio de beneficiado.

*Tabla 2 Comparación de sistemas de beneficiado*

Rubro	20 Soles	Rancho Santa Beatriz
<b>Cantidad en kilogramos de vainilla verde destinada al beneficiado</b>	60	22000
<b>Kilogramos de vainilla verde necesaria para obtener un kilogramo de vainilla beneficiada</b>	5	5
<b>Personal</b>	2 hombres	10 hombres y 8 mujeres
<b>Uniformes adecuados para el personal que labora.</b>	No	No
<b>Cuenta con instalaciones sanitarias (baños o letrinas)</b>	Si letrinas, cerca del área de producción.	Si baños, cerca del área de trabajo.
<b>Frecuencia de lavado de manos</b>	Cada que se inicia una labor y antes y después de ir al baño.	Cada que se inicia una labor y antes y después de ir al baño.
<b>Existe una planificación de las actividades del beneficiado</b>	Si	Si

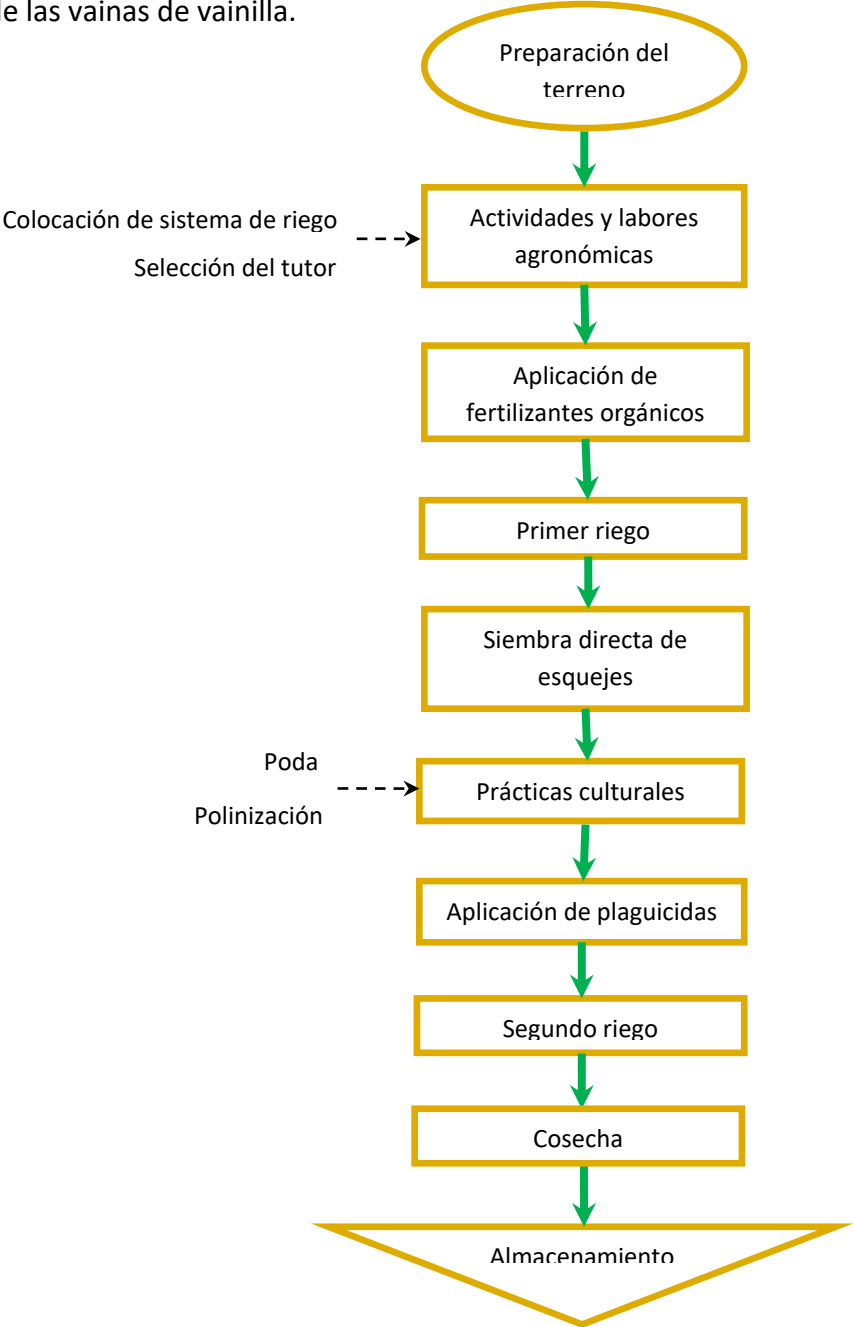
<b>Equipos y/o utensilios que se emplean durante la producción y/o beneficiado y frecuencia de limpieza</b>	Camillas (de madera) se limpian semanalmente, mesas (de plástico) se limpian semanalmente, plásticos al momento y tapetes (de palma) se limpian diariamente.	Camillas (de madera) se limpian semanalmente, mesas (de madera) se limpian semanalmente, cajones (de madera) se limpian semanalmente y tapetes (de palma) se limpian diariamente.
<b>Existen evaluaciones de los parámetros de control de calidad durante el proceso de beneficiado y en el producto terminado (análisis microbiológico, parámetros de calidad).</b>	No	No
<b>Existen registros o documentación sobre el proceso productivo (tipo de registros, cantidad de vainas verdes que ingresa, cantidad de producto obtenido)</b>	Si	Si
<b>Existen devoluciones del producto final, Si existe ¿qué es lo que se hace con este producto?</b>	Si, se le da otra utilidad como la elaboración de otros productos.	Vuelve a entrar al inventario.
<b>Existen procedimientos que indiquen el destino correcto de los productos no conformes</b>	Si	Si
<b>Se advierte al personal para que informe cualquier anomalía en el proceso</b>	Si	Si

## Fase 2: Cumplimiento de Pasos Preliminares del SCIBVA

### 2.1 Sistema de pre-requisitos

#### 2.1.1 Sistema de producción y Prácticas agrícolas, control de plagas y control de químicos

A continuación se hace un análisis (Tabla 3) de los tipos de peligros existentes que se observaron durante el proceso de producción de la vainilla (Figura 23) y se analiza su severidad y se determina si estos peligros pueden controlarse desde el sistema de producción siguiendo las Buenas Prácticas Agrícolas como sistema de pre-requisitos para la implementación de un sistema de inocuidad propuesto, durante el proceso de beneficiado de las vainas de vainilla.



**2.1.2 Análisis de peligros durante la producción de vainas de vainilla verde**  
**Figura 23 Producción de vainas de vainilla**

La contaminación física, química y microbiológica puede reducir considerablemente la producción de las vainas de vainilla verde y existe la posibilidad de que se transmitan a la cadena alimentaria humana (Alliance for training and education, 1997).

En la Tabla 3 se presenta la información recabada a través del Cuestionario I (Anexo I), reportes relacionados con peligros identificados y revisión de manuales relacionados con buenas prácticas agrícolas incluyendo dependencias como SAGARPA (Manual de Buenas Prácticas Agrícolas, Guía para el agricultor; Buenas Prácticas Agrícolas para Frutas y Hortalizas Frescas) sobre las diferentes etapas de producción de vainas de vainilla, que podrían asociarse a peligros que afecten el proceso de producción de las vainas. Asimismo en la Tabla 3 se mencionan las etapas y peligros relacionados durante el proceso de producción de vainilla, ya que el producto está expuesto a manipulación y varias operaciones del campo como el uso de fertilizantes, el tipo de agua de riego, prácticas culturales (polinización y poda), aplicación de plaguicidas, cosecha y almacenamiento mismas que pueden ser fuentes de contaminación del fruto.

Particularmente durante los peligros potenciales más frecuentes a los que se encuentra expuesta la vaina durante su producción son del tipo biológico y químico; específicamente en la fertilización orgánica de acuerdo a lo reportado por Dudley et al. (1980), Larsen (1995), Larsen y Munch (1981), Larsen y Munch (1986) y Strauch (1991) los agentes bacterianos asociados al uso de estos.

Por otra parte las condiciones bacteriológicas del agua utilizada durante el riego son fundamentales desde el punto de vista sanitario, la norma bacteriológica de calidad establece que el agua debe estar exenta de patógenos de origen entérico y parasitario intestinal (Apella y Araujo, 2003) debido a que pueden ser asociados a malas prácticas de higiene provocando brotes de enfermedades y afectar la inocuidad del fruto.

**Tabla 12 Análisis de peligros durante la producción de vainas de vainilla**

<b>Etapas</b>	<b>Peligro</b>	<b>Descripción</b>
<b>Preparación del terreno</b>	No existen peligros significativos.	El equipo <i>SCIBVA</i> decide que los peligros no son significativos en esta etapa.

<b>Aplicación de fertilizantes orgánicos</b>	<b>Posibles peligros potenciales de bacterias como:</b> <i>Escherichia coli</i> ( <i>E. coli</i> O157:H7), <i>Salmonella</i> , <i>Listeria</i> , <i>Campylobacter</i> , <i>Mycobacteria</i> , <i>Clostridia</i> , y <i>Yersinia</i> .	<p>El equipo <i>SCIBVA</i> decide que los microorganismos son peligros para esta etapa.</p>
Primer riego	<b>Posibles peligros potenciales de bacterias como:</b> <i>Pseudomonas</i> , <i>Flavobacterium</i> , <i>Gallionella</i> , <i>Aeromonas</i> , <i>Achromobacter</i> , <i>Alcaligenes</i> , <i>Bordetella</i> , <i>Neisseria</i> , <i>Moraxella</i> , <i>Acinetobacter</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Shigella</i> , <i>Vibrio cholerae</i> ; Protozuarios como: <i>Cryptosporidium parvum</i> , <i>Giardialambia</i> , <i>Cyclospora cayetanensis</i> , <i>Toxiplasma gondii</i> ; y virus como de Norwalk.	<p>El peligro por microorganismos patógenos es razonablemente probable que ocurra en el cultivo.</p> <p>El agua de riego puede provenir de pozo, mismo que puede ubicarse en una zona poco segura y favorecer contaminación directa.</p>
	<b>Peligros químicos:</b> altas concentraciones de sustancias tóxicas (cloro, metales pesados), altas concentraciones de sales Ca y Mg.	<p>El agua de riego puede carecer de un certificado de condiciones sanitarias.</p>
Siembra directa de esquejes	<b>Posibles peligros potenciales de hongos como:</b> <i>Alternaria alternata</i> , <i>Arthrographis sp.</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Colletotrichum boninense</i> , <i>Colletotrichum sp.</i> , <i>Diaporthe eucalyptorum</i> , <i>Fusarium solani</i> , <i>Fusarium sp.</i> , <i>Hypocreavirens</i> , <i>Lasiodiplodiavenezuelensis</i> , <i>Penicillium spp.</i> , <i>Phialocephala sp.</i> , <i>Phomopsis sp.</i> , <i>Rhizoctonia sp.</i> , <i>Trichoderma harzianum</i> , <i>Trichoderma sp.</i> y <i>Xylaria spp.</i>	<p>El peligro por especies fúngicas es razonable que ocurra en esta etapa del cultivo.</p>
Prácticas culturales (poda y polinización)	No existen peligros significativos.	<p>El equipo <i>SCIBVA</i> decide que los peligros no son significativos en esta etapa.</p>
Aplicación de plaguicidas	<b>Pesticidas</b> (Carbendazim 50, Hidróxido de Calcio, Benomyl 50 PM, Caberdazim, Calidra, Caldo Sulfocálcico).	<p>Restos de pesticidas no aprobados o residuos por encima del nivel de tolerancia son razonablemente probables que ocurran en vainas de vainillas.</p>

Segundo riego	Posibles peligros microbianos y químicos potenciales similares a los de la etapa del primer riego.	El peligro por microorganismos patógenos es razonablemente probable que ocurra en el cultivo. El agua de riego puede provenir de pozo, mismo que puede ubicarse en una zona poco segura y favorecer contaminación cruzada. El agua de riego puede carecer de un certificado de condiciones sanitarias.
Cosecha	<b>Posibles peligros potenciales de bacterias como:</b> <i>Enterobacter cloacae</i> y <i>aerogenes</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Citrobacter amalonaticus</i> , <i>Pantoea spp.</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Raoutella ornithinolytica</i> , <i>Klebsiella oxytoca</i> y <i>Acinotobacter calcoaceticus</i> ; hongos como: <i>Alternaria alternat</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Colletotrichum sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i> (Probablemente <i>F. oxysporum f. sp. vanillae</i> ), <i>Penicillium spp.</i> y <i>Pestalotia sp.</i>	El peligro por microorganismos patógenos es razonablemente probable que ocurra en esta etapa.
Almacenamiento	Posibles peligros microbianos potenciales similares a los de la etapa de cosecha.	El peligro por microorganismos patógenos es razonablemente probable que ocurra en esta etapa.

En la Tabla 3 podemos observar que los peligros de mayor frecuencia son de tipo biológico, debido a la naturaleza del proceso, al estar expuesta la producción al medio ambiente en las condiciones de la región donde se encuentran nuestros sitios de estudio, favorecen el desarrollo de flora bacteriana, además la falta de adopción de Buenas Prácticas Agrícolas.

## 2.2 Pasos preliminares

### 2.2.1. Selección del equipo de trabajo SCIBVA

El equipo de trabajo SCIBVA se integró por el Investigador líder del proyecto, dos estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Alimentos que han participado en las diferentes fases y dos beneficiadores que proveen información y desarrollo del proceso de beneficiado (Tabla 5). Los estudiantes realizaron la evaluación de las características de calidad e inocuidad de las vainas que se indican en la NMX-FF-074-SCFI-2009, además acudieron a los

sitios de producción y cultivo de vainilla para recaudar información necesaria del cultivo y características de calidad de la vainilla a través de la elaboración y aplicación del Cuestionario I (Anexo I).

Los integrantes del equipo *SCIBVA* crearon el cuadro de integración del equipo (Tabla 4) en el que se describen alcances y objetivos a lograr. El siguiente paso fue seleccionar a los beneficiadores que permitirían la evaluación etapa por etapa de las vainas a partir del muestreo que se indica en la sección de 3.1.2 la Metodología de esta investigación; además mediante la aplicación del Cuestionario II (Anexo II) se definieron las etapas del proceso que fueron verificadas *in situ*.

**Tabla 13 Cuadro de integración de equipo SCIBVA**

<b>Objetivo del equipo.</b>	Desarrollar un Sistema de Calidad e inocuidad para el sistema de beneficiado de vainilla.
Actividades esperadas	Realizar una selección de frutos verdes de vainilla para su beneficiado, durante el proceso monitorear las características de calidad e inocuidad durante cuatro etapas principales, para obtener un análisis de los peligros durante la producción y beneficiado de los frutos.
Resultados esperados	Obtener recuentos microbianos de los tres grupos indicadores de inocuidad así como, valores de características de calidad que la norma vigente establece para establecer límites críticos del proceso.
Recursos disponibles	Frutos verdes de vainilla, centros de producción y beneficio, analistas de laboratorio de microbiología de alimentos, guía del <i>SCIBVA</i> .
Limitaciones	Falta de información de análisis de calidad y su relación con la inocuidad de vainilla; falta de referencias en normatividad vigente para límites establecidos.
Cualidades necesarias	Equipo capaz de establecer un plan de diseño del Programa de inocuidad, así como materia prima y un proceso para monitorear las características de calidad e inocuidad.
Duración	Período de beneficiado de los frutos que comprende desde su cosecha hasta su completo beneficio, indicado por los beneficiadores.

**Tabla 14 Cuadro de integrantes del equipo SCIBVA y detallado de responsabilidades**

<b>Integrantes Equipo SCIBVA</b>	
<b>Nombre del integrante</b>	<b>Responsabilidades</b>
<b>Dra. Lorena Luna Guevara</b>	Dirigir y supervisar la identificación de riesgos, definición de puntos críticos, sistema de monitoreo y procedimientos de documentación.

<b>Yaricela Cruz Díaz</b>	Elaboración de procedimientos y planeación de desarrollo de Principios del <i>SCIBVA</i> , sistema de prerequisites y tareas preliminares para su implementación; desarrollo de herramienta de divulgación.
<b>Lucero Leyva Abascal</b>	Elaboración de procedimientos y planeación de desarrollo de Principios del <i>SCIBVA</i> , sistema de prerequisites y tareas preliminares para su implementación; desarrollo de herramienta de divulgación.
<b>Beneficiador 1</b>	Desarrollo y supervisión de procesos de producción y facilitar herramientas e información que permita a los supervisores la identificación de los peligros, selección de puntos críticos, crear un sistema de monitoreo y desarrollar una guía para la implementación del <i>SCIBVA</i> .
<b>Beneficiador 2</b>	Desarrollo y supervisión de procesos de producción y facilitar herramientas e información que permita a los supervisores la identificación de los peligros, selección de puntos críticos, crear un sistema de monitoreo y desarrollar una guía para la implementación del <i>SCIBVA</i> .

### 2.2.2 Descripción del producto

De acuerdo con las especificaciones de la NMX-FF-074-SCFI-2009 y la información recabada en los cuestionarios aplicados con los productores y beneficiadores de la región, se elaboró la Tabla 6 que describe la materia prima, materiales del envase e ingredientes de las vainas de vainilla beneficiada.

*Tabla 15 Cuadro de descripción de ingredientes y materiales usados en el producto*

<b>Material</b>	<b>Descripción</b>
<b>Ingredientes</b>	Vainas de vainilla beneficiada
<b>Materia Prima</b>	Vainas verde de <i>Vanilla planifolia</i> G. Jacks
<b>Material de envase</b>	Bolsas polipropileno al alto vacío o comercialización a granel en cajas de cartón o bolsas de polietileno.

De igual manera, se describe en la Tabla 7 el producto, así como su uso previsto, mercado meta e indicaciones de conservación que están relacionados a la naturaleza del producto, el proceso al que fue sometido y condiciones de almacenamiento que debe tener. Además de especificaciones que la NMX-FF-074-SCFI-2009 y la NOM-182-SCFI-2011 marcan como características de calidad que sirven para categorizar el producto según la escala definida por los productores y beneficiadores de la región.

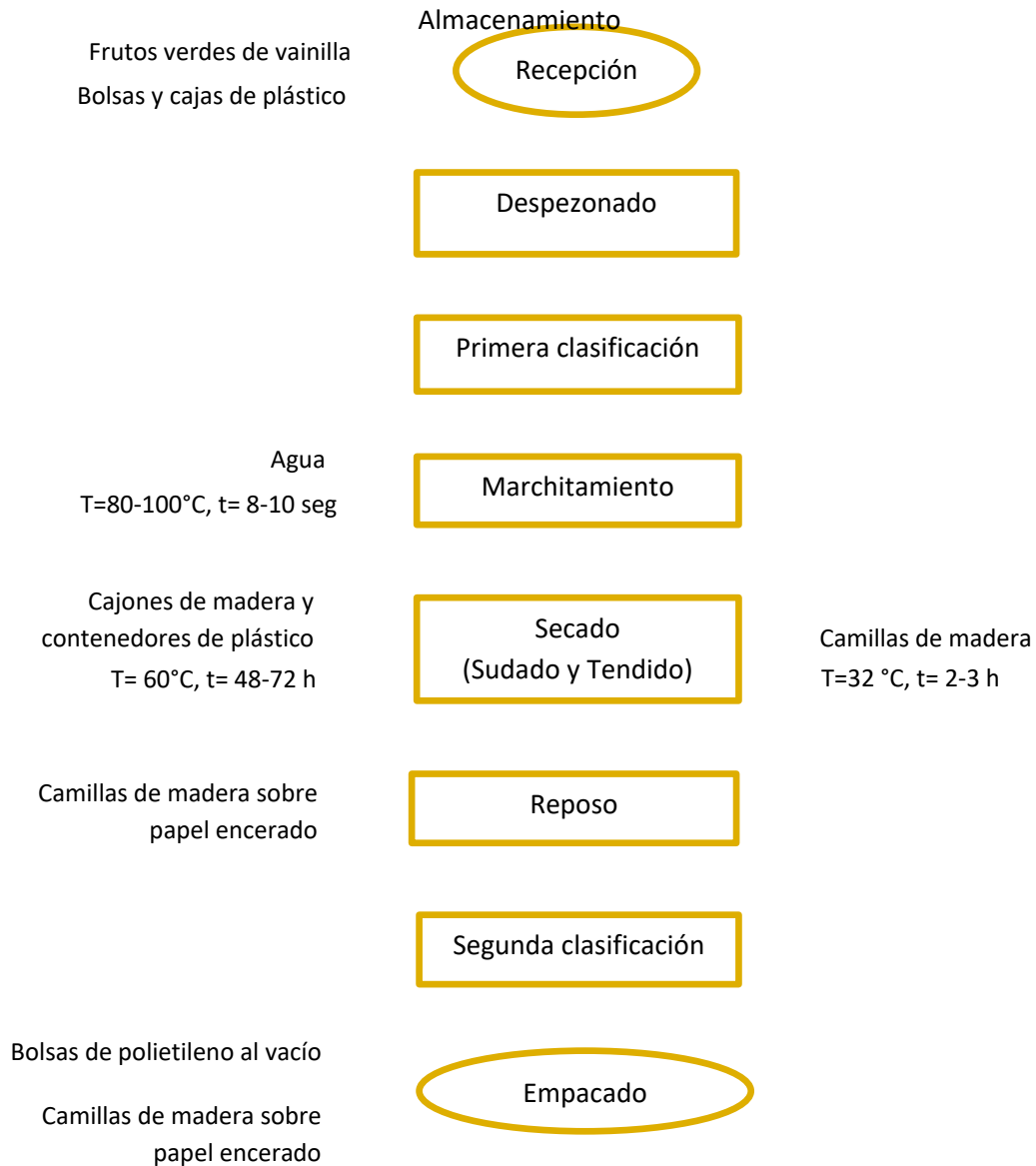
Tabla 16 Cuadro de Descripción del producto

<b>Nombre del producto</b>	<i>Vanilla planifolia</i> G. Jacks, Vainilla y Vainilla beneficiada.
<b>Descripción</b>	Las vainas de vainilla beneficiada son un alimento deshidratado sin rayas ni manchas, flexible y brillante, con una humedad promedio de: 25 a 30 %, de vainillina 2.0 a 2.4 % y con un tamaño de $\geq 20$ cm. Fruto tiene el aroma, color y sabor característicos de la vainilla, con un pH de 4.2, $a_w$ de 0.7 y peso de 3 g y longitud de 17 a 20 cm.
<b>Consumidores previstos</b>	Se extraen las semillas de la vaina de vainilla realizando un corte longitudinal en la misma retirándolas por raspado (o utilizarse entera si así lo requiere) que están listas para consumirlas en múltiples preparaciones de diversos alimentos, en productos de cosmética y uso medicinal.
<b>Clasificación de grado de calidad</b>	Extra Gourmet, Categoría I (Gourmet y ordinaria), Categoría II (Gourmet y ordinaria) y Categoría III (Ordinaria). Establecido por la Norma mexicana NMX-FF-074-SCFI-2009.
<b>Características fisicoquímicas</b>	Debe ser gruesa, sin rayas ni manchas, flexible y brillante, humedad (%): 25 a 30, vainillina (%): 2.0 a 2.4 y tamaño (cm): $\geq 20$ . Establecido por la Norma mexicana NMX-FF-074-SCFI-2009.
<b>Especificaciones microbiológicas</b>	Para los mercados exterior e interior es clasificado: como de calidad comercial y de acuerdo con los límites de Bacterias Mesófilas Aerobias, Hongos y Levaduras, Coliformes totales y Salmonella establecidos por la Norma mexicana NMX-FF-074-SCFI-2009.
<b>Especificación del cliente</b>	Estar limpia; presentar brillo, olor, color y sabor característicos; estar libre de materia extraña; estar exenta de plagas o de daños producidos por éstas, incluyendo señales de enfermedades; estar libre de humedad exterior anormal; haber tenido el tratamiento (beneficio) adecuado para el desarrollo de sus características.
<b>Características del envase</b>	Los envases deben satisfacer las características de calidad, higiene, ventilación y resistencia para asegurar la manipulación, el transporte y la conservación adecuada del producto.
<b>Uso al que se destina</b>	Directamente a las industrias de los alimentos (lácteos, repostería, licores, bebidas, etc.), en la industria cosmética (perfumes y esencias), medicinal (medicamentos) y para el sector gastronómico para su consumo directo.
<b>Condiciones de conservación</b>	Las vainas se mantienen en bolsas de polietileno al alto vacío a temperatura no mayor de 35°C, y una vez fuera de su empaque mantenerlas en lugares frescos.
<b>Vida útil del producto</b>	Manteniéndose a temperatura ambiente (no mayor de 35°C, ambiente fresco) dentro de su empaque se llega a tener una vida de anaquel de un año.

**2.2.3 Diagrama de Flujo del Proceso de beneficiado y verificación *in situ*.**

*a) Diagrama de flujo de proceso*

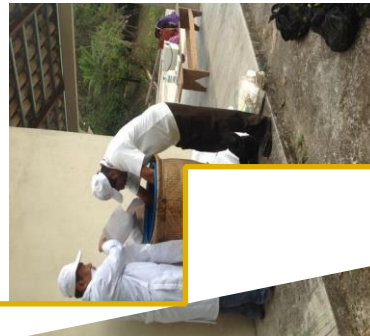
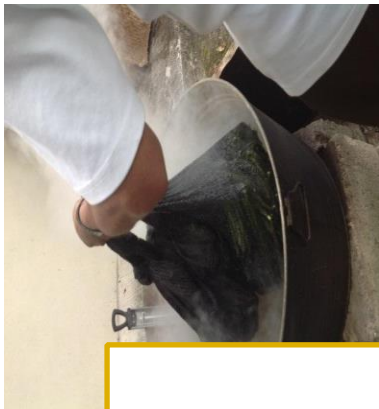
La Figura 3 muestra el diagrama de flujo del proceso de beneficiado con sus condiciones por etapa.

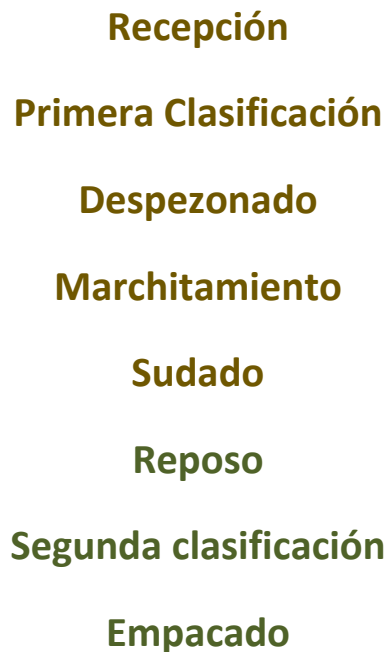


**Figura 3 Diagrama de flujo del proceso de beneficiado de vainilla de Papantla**



Secado





*Figura 24 Verificación in situ del proceso de beneficiado*

## **Tendido**

### *b) Confirmación in situ*

En la Figura 24 se observan las etapas del proceso de beneficiado que fueron confirmadas *in situ* en los sitios de beneficiado. Las confirmaciones fueron realizadas a partir de beneficiar un lote de 4 Kg de vainas verdes maduras previamente seleccionadas por tamaño, coloración de la superficie y edad fisiológica, "despezonadas" de forma manual. Fueron etiquetadas de acuerdo a su procedencia; lavadas y desinfectadas en una solución de hipoclorito de sodio al 5% y sumergidas en una paila con agua caliente a 80 °C durante 4–8 s (marchitamiento), las vainas aún calientes fueron cubiertas por petates durante 3 días (72 horas), continuando con el secado abarcando desde el primer sudor; las vainas fueron tendidas y sometidas a procesos de sudado, oreado y ventilado por un período de 9 a 10 semanas a una temperatura de 28°C y 65% de humedad. Durante estos periodos el beneficiador monitoreó la apariencia de las vainas, flexibilidad, olor y características visuales.

## Fase 3: Cumplimiento de los Principios del SCIBVA

### 3.1 PRINCIPIO 1: Análisis de peligros

Esta fase consistió en identificar y asignar los peligros que se presentan en cada etapa del proceso del beneficiado, como se observa en la Tabla 19.

#### 3.1.1 Identificación de Peligros

Hay tres tipos de peligros a los que está expuesto un alimento durante su procesamiento: biológico, físico y químico (Segura y Varó, 2010). En esta investigación para confirmar o descartar la existencia de un peligro potencial se consultaron como fuentes de consulta: la normatividad vigente de vainilla (NMX-FF-074-SCFI-2009 y la NOM-182-SCFI-2011), tesis y artículos científicos. Asimismo, para la identificación de los peligros biológicos potenciales se realizaron análisis microbiológicos de los grupos indicadores Bacterias Mesófilas Aerobias (BMA), Coliformes Totales (CT) y Hongos y Levaduras (H y L) en los frutos provenientes de las diferentes etapas del proceso de beneficiado.

Al realizar la confirmación *in situ* del diagrama de flujo del proceso se hicieron observaciones útiles para la identificación de posibles peligros en cada etapa del beneficiado, así como detectar algunos cambios indeseables en los frutos como fueron: aparición de hongos, deterioro de textura o cambios en color, condiciones que el beneficiador utiliza como criterios para aceptar o rechazar las vainas.

##### 3.1.1.1 Peligros Biológicos

Los peligros biológicos están asociados a la contaminación microbiana. Los peligros en un alimento pueden existir de forma natural o pueden haberse añadido durante la producción agrícola, la manipulación post-cosecha y/o otras operaciones. Los peligros biológicos suelen ser bacterias patógenas (o sus toxinas), virus o parásitos, que razonablemente es probable que causen una enfermedad de transmisión alimentaria si no se controla adecuadamente (Maryland, 2012).

##### 3.1.1.1.1 Peligros Biológicos presentes durante el beneficiado de vainas de vainilla

En la Tabla 15 se presentan los resultados de los grupos indicadores de inocuidad de Coliformes Totales (CT), Bacterias Mesófilas Aerobias (BMA) y Hongos y Levaduras (H y L), mismos que se obtuvieron de vainas de vainilla de cada etapa del proceso de beneficiado. Cabe mencionar que las vainas provinieron de cuatro sitios diferentes de

producción y fueron sometidas al mismo proceso de beneficiado y se pudo comprobar que los recuentos presentaron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre sí, durante la etapa de recepción.

Durante la etapa de marchitamiento (inmersión de las vainas en agua caliente a  $100^{\circ}\text{C}$  por 8-10 segundos) en estas condiciones, mismas que son utilizadas por los beneficiadores de la región, los recuentos de los grupos indicadores permanecieron constantes. Reportes sugieren (Gu et al., 2015) que la microbiota involucrada a partir de la etapa de marchitamiento que se encuentra sobre las vainas puede estar involucrada directamente con la producción de los compuestos de aromáticos.

A partir de la etapa de sudado las vainas redujeron sus recuentos de los microorganismos coliformes totales (*Enterobacter cloacae*, *Enterobacter gergoniae* y *Citrobacter amalonaticus*) (Tabla 15), esta observación se podría relacionar con la reducción del 56 al 80 % del contenido de humedad y del 6.5 al 11% de la actividad de agua durante la deshidratación de los frutos (Tabla 11). De acuerdo con Frazier (1976) estas condiciones no son óptimas para el crecimiento de estos microorganismos. Asimismo la producción de compuestos fenólicos como la vainilla funciona como bacteriostáticos, teniendo un efecto sobre el recuento de este grupo de microorganismos (López, 2012). Sin embargo cabe mencionar que esta esta investigación también se realizaron análisis de identificación de enterobacterias a partir de los recuentos de los grupos indicadores BMA y CT. Los resultados se asocian con el aislamiento de microorganismos como *Enterobacter cloacae* (de todas las etapas del beneficiado a excepción del despezonado); de microorganismos patógenos como *Escherichia coli* (de la etapa de recepción y marchitamiento); *Klebsiella pneumoniae* (de la etapa de recepción y segunda clasificación); *Citrobacter amalonaticus* (etapa de recepción, marchitamiento, sudado y almacenamiento); *Klebsiella oxytoca* (del marchitamiento); *Enterobacter gergoniae* (sudado) y *Pseudomonas aeruginosa* (de la etapa de tendido, almacenamiento y segunda clasificación) (Tabla 19).

Los recuentos obtenidos coinciden con otro estudio realizado por Báez (2014) quien también aisló estas mismas especies en vainas beneficiadas, con lo cual podría sugerirse que la microbiota aislada pudiera a considerarse como parte de la microbiota nativa de las vainas de vainilla; asimismo estos géneros son considerados del grupo coliformes (Guentzel, 1996).

En relación con los mohos y las levaduras se mantuvieron recuentos desde 4.6 hasta 6.91 Log UFC/g aún después de la etapa del sudado, de acuerdo con (Brock, 1978) reporta que estos microorganismos tienen la capacidad para crecer en medios con actividades de agua bajas como por ejemplo *Aspergillus niger* (0.88), *Alternaria alternata* (0.84),

*Aspergillus niger* (0.78), *Fusarium s.p.* (0.65), *Penicillium s.p.* (0.81) estas mismas especies que se aislaron de las vainas de vainilla analizadas durante el proceso de beneficiado. Asimismo Gamboa-Gaitán (2014) y Odoux y Grisoni (2011) aislaron los mohos mencionados y adicionalmente *Alternaria alternata* y *Pestalotia s.p.*

En relación con los agentes fúngicos mencionados varios de ellos son productores de micotoxinas que pueden contaminar alimentos o materias primas para su fabricación y producir micotoxicosis (Adams y Moss, 2000). Los géneros de hongos filamentosos micotoxigénicos están representados principalmente por *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*, pero también tienen importancia *Trichoderma*, *Trichothecium* y *Alternaria* como contaminantes de alimentos o patógenos de plantas, entre otros (Adams y Moss, 1997). Se ha demostrado que, si bien la contaminación de los mohos puede ocurrir desde la cosecha, la formación de micotoxinas puede ocurrir a lo largo de toda la cadena del proceso, en todas las etapas; de transporte, de almacenamiento y de producción (IOSTA, 2008).

**Tabla 15 Recuentos de grupos indicadores de vainilla por etapa de beneficiado**

<b>Grupos indicadores</b>			
<b>Procedencia</b>	<b>Coliformes Totales</b>	<b>Bacterias Mesófilas Aerobias</b>	<b>Hongos y Levaduras</b>
<b>ETAPA RECEPCIÓN</b>			
1	5.23±0.15 A, a	5.37±0.07 DEFGH, a	5.65±0.11 EFGH, b
2	3.180±0.15 C, d	3.34±0.40 I, d	4.74±0.11 IJ, d
3	4.10±0.05 B, c	4.83±0.10 FGH, bc	5.39±0.19 GHI, bc
4	2.55±0.10 D, e	4.57±0.23 GH, c	5.09±0.11 HI, c
5	4.55±0.20 B, b	5.21±0.06 EFGH, ab	6.58±0.16 BC, a
<b>ETAPA MARCHITAMIENTO</b>			
1	4.21±0.22 B, a	5.32±0.13 DEFGH, c	5.45±0.10 FGH, d
2	4.51±0.32 B, a	6.34±0.21 BCD, b	6.30±0.20 BCDE, c
3	0±0 G, c	6.63±0.44 ABC, b	6.94±0.16 AB, b
4	3.20±0.24 C, b	7.56±0.07 A, a	7.38±0.16 A, a
5	4.41±0.16 B, a	4.45±0.23 H, d	6.36±0.23 BCD, c
<b>ETAPA SUDADO</b>			
1	1.42±0.15 EF, b	7.47±0.13 A, a	6.12±0.07 CDEF, b
2	1.08±0.15 F, b	6.80±0.07 A, ba	6.66±0.01 BC, a
3	1.12±0.24 F, b	5.73±0.10 BCDEF, b	4.23±0.29 JK, d
4	1.21±0.24 F, b	5.67±0.87 CDEF, b	5.36±0.24 GHI, c
5	4.19±0.36 B, a	5.2±0.14 BCDEF, b	6.91±0.35 A, ba
<b>ETAPA ALMACENAMIENTO</b>			

1	1±0 F, b	6.16±0.30 BCDE, ab	5.78±0.21 DEFG, b
2	1.21±0.24 F, b	5.63±1.16 CDEFG, ab	5.39±0.57 GHI, b
3	1.12±0.24 F, b	4.90±0.58 FGH, b	4.23±0.29 JK, c
4	1.15±0.17 F, b	5.07±0.42 FGH, ab	3.70±0.55 K, c
5	2.00±0.51 DE, a	6.35±0.2 5BCD, a	6.34±0.21 ABC, a

1 Medias ± desviación estándar

2 Letras mayúsculas diferentes dentro de una misma columna representan diferencias significativa Tukey (P= 0.05) entre los promedios de las etapas para un mismo microorganismo.

3 Letras minúsculas diferentes dentro de una misma columna representan diferencias significativa Tukey (P= 0.05) entre los promedios de la procedencia para un mismo microorganismo.

4 Procedencia 1= Ayotoxco, 2=1° de Mayo, 3=Pantepec, 4= 20 Soles y 5= Sta. Beatriz

### 3.1.1.1.2 Peligros biológicos asociados a superficies

Durante el proceso de beneficiado participan varias superficies en las diferentes etapas, en las cuales pueden albergar un gran número de microorganismos, considerados como peligros biológicos que puede transmitirse a las vainas mediante el fenómeno de contaminación cruzada. Este mecanismo de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (WHO, 1995), es el más común para que se produzcan el 25% de los brotes de toxiinfección alimentaria.

Por contaminación cruzada se entiende como la transmisión de microorganismos de un alimento a otro de forma directa o indirecta y adquiere su máximo riesgo cuando se produce a partir de alimentos crudos y como consecuencia de una higiene inadecuada que contaminan alimentos elaborados o listos para el consumo. Las vías de contaminación más frecuentes son los manipuladores, las superficies de contacto y/o equipos, las materias primas sin procesar y los vectores (Fuster, 2006).

#### 3.1.1.1.2.1 Peligros biológicos asociados a superficies inertes

En la Tabla 16 se reportan los grupos indicadores (bacterias mesófilas aerobias, coliformes totales y hongos y levaduras) evaluados de las superficies inertes que se utilizan para el proceso de beneficiado. En cuanto a los coliformes totales, fue el género *Enterobacter cloacae* el que fue aislado de las superficie S1, S3 y S4 que corresponden a camillas, petates y cajón respectivamente, las se utilizan durante la etapa de tendido (exposición de vainas al sol para luego llevarlas a guardar en cajones correspondiente a la etapa de sudado); asimismo esta misma enterobacteria en la etapa de almacenamiento.

Para el crecimiento de bacterias mesófilas, éstas se aislaron en todas las superficies utilizadas en el beneficiado específicamente en las etapas de sudado, tendido, almacenamiento y segunda clasificación, siendo el género *Pseudomonas aeruginosa* el que fue aislado de las superficies S3 y S4 corresponden a camilla y cajón, dichas superficies utilizadas en las etapas de tendido y clasificación 1 y 2 respectivamente. De acuerdo con Bagge-Ravn et al. (2003) y Frank y Koffi, (1990) *P. aeruginosa* tiene la capacidad de colonizar superficies inertes y contaminar productos alimenticios mediante la formación de *biopelículas*, a partir de las cuales le confiere sobrevivencia al tratamiento de limpieza y desinfección (Wildbrett, 2000). De acuerdo con Boyd et al. (2001), las biopelículas son comunidades de microorganismos que sintetizan una serie de sustancias que les confieren estabilidad, nutrición y protección frente agentes hostiles, con implicaciones directas o indirectas sobre la salud de los consumidores.

**Tabla 16 Recuento de grupos indicadores en superficies inertes utilizados durante el beneficiado**

<b>Grupos indicadores</b>			
<b>Superficies inertes</b>	<b>Coliformes Totales</b>	<b>Bacterias Mesófilas Aerobias</b>	<b>Hongos y Levaduras</b>
S1	5.40±0.20 A	6.73±0.38 B	5.85±0.17 D
S2	0 C	5.52±0.12 D	6.96±0.05 B
S3	5.50±0.42 A	7.44±0.17 A	6.50±0.04 C
S4	3.28±0.13 B	7.20±0.06 A	7.18±0.02 A
S5	0 C	3.99±0.06 E	0 E
S6	0 C	5.93±0.03 C	0 E
S7	0 C	6.78±0 B	0 E
S8	0 C	5.54±0.07 D	0 E
S9	0 C	7.36±0.04 A	0 E

1 Medias ± desviación estándar

2 Letras mayúsculas diferentes dentro de una misma columna representan diferencias significativa Tukey (P= 0.05) para un mismo grupo indicador.

3 S1= Camilla 1, S2=Nylon, S3=Petate, S4=Cajón, S5=Trapo, S6=Tijeras, S7=Mesa, S8=Camilla 2, S9=Estación lavado.

Los defectos de las superficies pueden actuar como puntos de retención de microorganismos y materia orgánica. Las superficies rugosas acumulan suciedad y son difíciles de limpiarse en comparación con las lisas. En consecuencia, los defectos de las superficies proporcionan protección a la suciedad y los microorganismos, lo que hace que las bacterias supervivientes puedan volver a multiplicarse y formar *biopelículas* (Boulangé-Peterman, Rault y Bellon-Fontaine, 1997). A pesar de que todas las bacterias tienen la

capacidad de formar *biopelículas* hay algunos géneros que lo forman más fácil y rápidamente como *Enterobacter* (aislados en las superficies inertes analizadas) *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Staphylococcus* y *Bacillus* (Mattila-Sandholm y Wirtanen, 1992). Existen otros reportes acerca que las superficies; en estos estudios se pudo constatar que la contaminación del producto puede ser originaria directamente del equipo de proceso y además, los organismos como *L. monocytogenes* pueden persistir durante varios años (Mattila-Sandholm y Wirtanen, 1992) (Tabla 17).

**Tabla 17 Brotes alimentarios producidos por contaminación cruzada de superficies**

Patógeno	Vía de contaminación	Referencia
<i>E. coli</i> O157:H7	Utensilios	Banatvala et al. (1996)
<i>L. monocytogenes</i>	Máquina de llenado y envasado	Goulet et al. (1998)
<i>L. monocytogenes</i>	Ambiente procesado	Lyytikainen et al. (2000)
<i>Salmonella agona</i>	Equipo y líneas de procesado	Breuer (1999)
<i>Salmonella enteritidis</i>	Tanque de transporte y almacenado	Hennessy et al. (1996)
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Contaminación ambiental post-procesado	Ackers et al. (2000)

**Fuente:** Reij y Den Aantrekker (2004).

En lo que a los hongos y levaduras confiere, presentaron crecimiento en superficies similares a los coliformes principalmente en la S2 que corresponde al nylon, que se utiliza en el sudado.

### 3.1.1.1.2.2 Peligros biológicos asociados a superficies vivas

Así como en la superficies, existe microbiota residente en superficies vivas, como son las manos que está conformada por dos grupos relativamente fijos de bacterias que se encuentran habitualmente en la piel; un grupo mayoritario conformado por bacterias como estafilococos, y un grupo menor que incluye a micrococos y *Acinetobacter* sp. (Roth y James, 1989). Asimismo existe otros reportes acerca de la microbiota cutánea en manos, en las cuales se presenta una variabilidad especial pues posee más de 150 especies diferentes (Patiño y Morales, 2013) a pesar de la gran diversidad (más de 25 filos), predominan solo tres filos (*Actinobacteria*, *Firmicutes* y *Proteobacterius*) que representan el 94% de los microorganismos. Los géneros más abundantes son *Propionibacterium* (31.6 %), *Streptococcus* (17.2 %), *S. aureus* (8.3%), *Corynebacterium* (4.3 %) y *Lactobacillus* (3.1%).

En la Tabla 18 se reportan los grupos indicadores de Bacterias Mesófilas Aerobias y Hongos y Levaduras aislados de las superficies vivas, específicamente manos de

manipuladores laborando en distintas actividades durante el beneficiado. En cuanto a las bacterias mesófilas aerobias mantuvieron mayores recuentos en manos de los operadores realizando la operación de selección y despunte de vainas. Asimismo estas últimas presentaron los recuentos más altos de los hongos y levaduras.

**Tabla 18 Recuento de grupos indicadores en superficies vivas durante el beneficiado**

<b>Superficies vivas</b>	<b>Grupos indicadores</b>	
	<b>Bacterias Mesófilas Aerobias</b>	<b>Hongos y Levaduras</b>
M1	7.11±0.08 A	6.48±0.16 A
M2	7.07±0.07 A	6.55±0.27 A
M3	4.15±0.21 B	SC B

1 Medias ± desviación estándar

2 Letras mayúsculas diferentes dentro de una misma columna representan diferencias significativa Tukey (P= 0.05) para un mismo grupo indicador.

3 M1=manos de operadores ; M2= manos de despunte y M3= manos de selección. SC= sin crecimiento

Nota: Se realizaron recuentos del grupo indicador de Coliformes Totales, sin embargo no presentaron crecimiento estos microorganismos.

Cabe mencionar que los recuentos del grupo coliforme fueron menores en superficies que en las cuales es mínima la manipulación, mientras que el grupo de hongos y levaduras mantuvieron mayores recuentos en superficies que son utilizadas en las etapas de sudor y selección, en las cuales el nivel de manipulación de las vainas es mayor. Lo anterior podría explicar los recuentos altos de H y L en manos M1 y M2. Para el grupo de BMA, comparte similitud de carga de microorganismos en todas las superficies inertes y manos (cargas entre los 5-7 log<sub>10</sub>UFC/g).

### 3.1.1.1.3 Peligros Biológicos Insectos

Sin descartar los insectos que son un peligro durante la etapa de recepción y de tendido, también entran en la clasificación de peligros biológicos. Estos peligros dependen de las especies, y pueden controlarse con una correcta aplicación de las buenas prácticas de higiene y producción (Chavarrías, 2015).

### 3.1.1.2 Peligros Químicos

Así también existen los contaminantes químicos en frutas y hortalizas frescas que pueden presentarse de forma natural o pueden añadirse durante la producción agrícola, la manipulación post-cosecha u otras operaciones (FAO, 1998). La presencia de sustancias químicas nocivas con altos niveles ha sido asociada con respuestas tóxicas agudas y con

enfermedades crónicas como los metales pesados (el plomo, el cadmio y el mercurio) que causan daños neurológicos y renales. La presencia de metales pesados en los alimentos se debe principalmente a la contaminación del aire, del agua y del suelo (OMS, 2015).

Los pesticidas, que son utilizados para proteger las cosechas y los granos almacenados, además de controlar plagas e insectos, y eliminarlos vectores (organismos que transmiten los patógenos de un huésped a otro) de las enfermedades humanas y animales (U.S., 2001) se tratan de productos químicos tóxicos (venenosos) utilizados para controlar las plagas y enfermedades. Las clases de pesticidas suelen denominarse de acuerdo con la plaga que suelen ayudar a controlar (los insecticidas controlan insectos, los herbicidas controlan malezas, los fungicidas controlan hongos y los rodenticidas controlan roedores). Como los pesticidas pueden ser muy peligrosos, deberán ser aplicados, manipulados y almacenados de acuerdo con las instrucciones contenidas en la etiqueta o en la hoja de seguridad del producto ofrecida por el fabricante. Debido a los peligros potenciales para la salud asociados con los pesticidas, los índices de aplicación han de ser controlados para limitar la cantidad de residuos en los productos agrícolas y sólo se deben utilizar los pesticidas aprobados para el uso en un producto específico o en los lugares donde se procesan alimentos (UMFDA, 2012).

Otro contaminante químico importante es el cloro, ya que este es utilizado como desinfectante del producto (durante la etapa de recepción); es ampliamente usado en el agua debido al número de beneficios que ofrece, es relativamente barato y reduce efectivamente los patógenos, incluyendo varios patógenos humanos clave como también los patógenos de las plantas causantes de pudriciones y microorganismos que causan deterioro. Las dosis adecuadas reducen la transferencia de patógenos desde producto contaminado al producto no contaminado y pueden matar algunos patógenos sobre el producto, dependiendo de la naturaleza de la superficie. El hipoclorito de sodio líquido es la formulación disponible como blanqueador en los supermercados locales, pero estos productos no están aprobados para usos en contacto con alimentos de origen agrícola. Esta forma está normalmente de 5.0 a 6.0 % del ingrediente activo. Cualquier formulación del material líquido debe ser diluida para proveer el nivel deseado del sanitizador para el producto fresco, por lo que se deben usar solamente las formulaciones específicamente etiquetadas para el contacto con productos frescos (UMFDA, 2012).

Una exposición de unos pocos minutos (3-5) es necesaria para lograr una adecuada desinfección, pero además del pH y cantidad de impurezas, también es importante la temperatura de la solución ya que el frío disminuye la eficacia. El grado de desarrollo de los

microorganismos también influye ya que las esporas son de 10 a 1000 veces más difíciles de matar que las formas vegetativas (FAO, 2003).

Peligros químicos antes mencionados corresponden a la identificación de los mismos durante la etapa de recepción y que se vincula con la cosecha del producto que entrará al proceso de beneficiado; sin descartar que durante la etapa de tendido también puede haber un peligro químico como los son los residuos de parafina (presentes en las camillas de madera) que es una cera extraída del petróleo, sólida a temperatura ambiente, utilizada para la elaboración de una gran variedad de productos, el más conocido es la fabricación de velas, en alimentos, como cobertura de su superficie o para la producción de la goma base, ingrediente fundamental de los chicles. También es utilizada en cítricos y otras frutas para mejorar la retención de humedad, prolongando su vida y frescura y otorgándoles brillantez. Se trata de un producto inerte, impermeable, brillante, biodegradable y cuya combustión tiene lugar sin liberación de vapores nocivos o corrosivos (Cepsa, 2011). Por otro lado se debe asegurar de que no se sobrecaliente la cera de parafina, ya que se vuelve inflamable. Consumir grandes cantidades de cera de parafina puede ser malo para los intestinos y el estómago, así que asegúrese de usar la cantidad adecuada al cocinar y no usar en exceso (Parafina, 2015).

### 3.1.1.3 Peligros Físicos

Los riesgos físicos también pueden introducirse en los productos de frutas y hortalizas frescas en numerosos puntos del proceso (en este caso del beneficiado) como lo es en la etapa de recepción (la presencia de materia extraña como trozos de madera y residuos de tierra); en la etapa de primera clasificación y de tendido (residuos de tierra y palma de petate); mismos que pueden llegar a causar una lesión potencial de cortes, infección, ahogo; y que puede requerir cirugía para su extracción. Que suele tener como origen de campo, paletas de transporte, cajas, materiales de construcción y de embalajes así como los mismos materiales o equipos a utilizar durante el proceso (UMFDA, 2002).

*Tabla 19 Análisis de Peligros y de contaminación durante el proceso de beneficiado de vainas de vainilla*

Etapa	Peligro	
Recepción	Biológico	<p>Contaminación por insectos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Bacterias Mesófilas Aerobias y Coliformes Totales:</b> <i>Enterobacter cloacae</i>, <i>Escherichia coli</i>, <i>Klebsiella pneumoniae</i> y <i>Citrobacter amalonaticus</i> (<b>Vainas y Manos de operadores</b>).</li> <li>● <b>Hongos y Levaduras:</b> <i>Alternaria alternata</i> (<i>lycopersici</i>), <i>Aspergillus niger</i> (Fumonisina B2), <i>Fusarium sp.</i> (Toxina T-2,</li> </ul>

		Desoxinivalenol (o nivalenol), Zearalenona, Fumonisina B <sub>1</sub> ) y <i>Penicillium spp.</i> (patulina, verruculogen). <b>(Vainas)</b> .
		● <b>Otros patógenos esporulados:</b> <i>Bacillus sp.</i>
	<b>Físico</b>	Materia extraña (trozos de madera y residuos de tierra).
	<b>Químico</b>	Residuos de pesticidas, metales pesados y plaguicidas. Residuos de solución clorada.
<b>Despezonado</b>	<b>Sin peligros</b>	
<b>Primera clasificación</b>	<b>Biológico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Coliformes Totales y Bacterias Mesófilas Aerobias:</b> <i>Enterobacter cloacae</i> <b>(Manos de operadores)</b>.</li> <li>● <b>Hongos y Levaduras:</b> <i>Alternaria alternata (lycopersici)</i>, <i>Aspergillus niger</i> (Fumonisina B2), <i>Fusarium sp.</i> (Toxina T-2, Desoxinivalenol (o nivalenol), Zearalenona, Fumonisina B<sub>1</sub>) y <i>Penicillium spp.</i> (patulina, verruculogen). <b>(Vainas)</b>.</li> </ul>
	<b>Físico</b>	Residuos de tierra y palma de petate.
<b>Marchitamiento (T=80-100°C, t= 8-10 seg)</b>	<b>Biológico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Bacterias Mesófilas Aerobias y Coliformes Totales:</b> <i>Escherichia coli</i>, <i>Klebsiella oxytoca</i>, <i>Enterobacter cloacae</i> y <i>Citrobacter amalonaticus</i>; <i>Enterobacter cloacae</i> <b>(Manos de operadores)</b>.</li> <li>● <b>Hongos y Levaduras:</b> <i>Alternaria alternata (lycopersici)</i>, <i>Aspergillus niger</i> (Fumonisina B2), <i>Fusarium sp.</i> (Toxina T-2, Desoxinivalenol (o nivalenol), Zearalenona, Fumonisina B<sub>1</sub>) y <i>Penicillium spp.</i> (patulina, verruculogen). <b>(Vainas)</b>.</li> </ul>
<b>Sudado (2-3 meses)</b>	<b>Biológico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Bacterias Mesófilas Aerobias y Coliformes Totales:</b> <i>Enterobacter cloacae</i>, <i>Enterobacter gergoniae</i>, <i>Citrobacter amalonaticus</i> <b>(Vainas)</b>; <i>Enterobacter cloacae</i> <b>(Cajón de sudado)</b> y <i>Enterobacter cloacae</i> <b>(Manos de operadores)</b>.</li> <li>● <b>Hongos y Levaduras:</b> <i>Alternaria alternata (lycopersici)</i>, <i>Aspergillus niger</i> (Fumonisina B2), <i>Fusarium sp.</i> (Toxina T-2, Desoxinivalenol (o nivalenol), Zearalenona, Fumonisina B<sub>1</sub>) y <i>Penicillium spp.</i> (patulina, verruculogen). <b>(Vainas)</b>.</li> </ul>
<b>Tendido (2-3 meses)</b>	<b>Biológico</b>	Contaminación por insectos.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Bacterias Mesófilas Aerobias y Coliformes Totales:</b> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> y <i>Enterobacter cloacae</i> <b>(Vainas, Camillas, Petates, Manos de operadores)</b>.</li> <li>● <b>Hongos y Levaduras:</b> <i>Alternaria alternata (lycopersici)</i>, <i>Aspergillus niger</i> (Fumonisina B2), <i>Fusarium sp.</i> (Toxina T-2, Desoxinivalenol (o nivalenol), Zearalenona, Fumonisina B<sub>1</sub>) y <i>Penicillium spp.</i> (patulina, verruculogen). <b>(Vainas)</b>.</li> </ul>
	<b>Físico</b>	Residuos de tierra y palma de petate.
	<b>Químico</b>	Residuos de parafina grado no alimenticio en camilla de madera.

<b>Almacenamiento</b>	<b>Biológico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Citrobacter amalonaticus</i>, <i>Pseudomonas aeruginosa</i> y <i>Enterobacter cloacae</i>. <b>(Vainas, Camillas, Manos de operadores)</b>.</li> <li>● <i>Alternaria alternata (lycopersici)</i>, <i>Aspergillus niger</i> (Fumonisina B2), <i>Fusarium sp.</i> (Toxina T-2, Desoxinivalenol (o nivalenol), Zearalenona, Fumonisina B<sub>1</sub>) y <i>Penicillum spp.</i> (patulina, verruculogen). <b>(Vainas)</b>.</li> </ul>
<b>Segunda clasificación</b>	<b>Biológico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Klebsiella pneumoniae</i>, <i>Pseudomonas aeruginosa</i>, <i>Enterobacter cloacae</i> <b>(Mesa de trabajo y Manos de operadores)</b>.</li> <li>● <i>Alternaria alternata (lycopersici)</i>, <i>Aspergillus niger</i> (Fumonisina B2), <i>Fusarium sp.</i> (Toxina T-2, Desoxinivalenol (o nivalenol), Zearalenona, Fumonisina B<sub>1</sub>) y <i>Penicillum spp.</i> (patulina, verruculogen). <b>(Vainas)</b>.</li> </ul>
<b>Empacado</b>	<b>Biológico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Enterobacter cloacae</i> <b>(Manos de operadores)</b>.</li> <li>● <i>Alternaria alternata (lycopersici)</i>, <i>Aspergillus niger</i> (Fumonisina B2), <i>Fusarium sp.</i> (Toxina T-2, Desoxinivalenol (o nivalenol), Zearalenona, Fumonisina B<sub>1</sub>) y <i>Penicillum spp.</i> (patulina, verruculogen). <b>(Vainas)</b>.</li> </ul>

### 3.1.2 Evaluación de peligros

La Tabla 20 muestra la evaluación de cada peligro donde se considera su probabilidad y severidad durante el proceso evaluando si son o no significativos mediante la fórmula básica:

$$P \times S$$

Donde P= probabilidad y S= severidad, cuando el producto de esta fórmula es menor que 4 el peligro no es significativo; si es mayor o igual que 5 el peligro es significativo, siguiendo los criterios de Fernández et al. (2014) mismos que se mencionan en las tablas 21 y 22.

**Tabla 21 Criterios para evaluar la probabilidad**

<b>Probabilidad</b>	<b>Ocurrencia</b>	<b>Valor</b>
<b>Baja</b>	Se presenta ≤ 3 por año	1
<b>Mediana</b>	Se presenta 4 - 10 por año	2
<b>Alta</b>	Se presenta ≥ 11 por año	5

*Tabla 22 Criterios para evaluar la severidad*

<b>Severidad</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Valor</b>
<b>Baja</b>	El peligro puede provocar sólo problemas menores de salud.	<b>1</b>
<b>Mediana</b>	El peligro puede provocar algunos problemas de salud en los individuos inmunocomprometidos / alérgicos, o puede implicar una consulta médica.	<b>2</b>
<b>Alta</b>	El peligro puede provocar problemas significativos, no sólo en los individuos inmunocomprometidos / alérgicos, sino también en las personas sanas, que pueden implicar la hospitalización o enfermedad crónica potencial.	<b>5</b>

Se ordenaron los valores resultantes del producto de PXS en la Tabla 20 según el orden de los peligros y se seleccionaron los peligros significativos. Los peligros no significativos no se utilizarán porque pueden ser corregidos por diferentes medidas de control utilizadas en los prerrequisitos operacionales (PPRo).

Tabla 20 Evaluación de peligros

Etapa	Peligro	Código	Probabilidad (P)	Severidad (S)	P x S
Recepción	Contaminación por insectos.	1	5	1	5
	Contaminación por microorganismos ( <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumonia</i> , <i>Citrobacter amalonaticus</i> , <i>Alternaria alternata (lycopersici)</i> , <i>Aspergillus niger</i> (Fumonisina B2), <i>Fusarium sp.</i> (Toxina T-2, Desoxinivalenol (o nivalenol), Zearalenona, Fumonisina B <sub>1</sub> ) y <i>Penicillium spp.</i> (patulina, verruculogen).	2	5	5	25
	Presencia de materia extraña (trozos de madera y residuos de tierra).	3	5	1	5
	Residuos de pesticidas, de metales pesados y de plaguicidas.	4	1	1	1
Primera clasificación	Proliferación de microorganismos ( <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Alternaria alternata (lycopersici)</i> , <i>Aspergillus niger</i> (Fumonisina B2), <i>Fusarium sp.</i> (Toxina T-2, Desoxinivalenol (o nivalenol), Zearalenona, Fumonisina B <sub>1</sub> ) y <i>Penicillium spp.</i> (patulina, verruculogen).	5	1	5	5
	Residuos de tierra y palma de petate.	6	5	1	5
Marchitamiento	Sobrevivencia de microorganismos ( <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella oxytoca</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Citrobacter amalonaticus</i> , <i>Alternaria alternata (lycopersici)</i> , <i>Aspergillus niger</i> (Fumonisina B2), <i>Fusarium sp.</i> (Toxina T-2, Desoxinivalenol (o nivalenol), Zearalenona, Fumonisina B <sub>1</sub> ) y <i>Penicillium spp.</i> (patulina, verruculogen).	7	1	5	5
Se e	Sudado	8	5	5	25

<b>c a d o</b>	<i>Alternaria alternata (lycopersici)</i> , <i>Aspergillus niger</i> (Fumonisina B2), <i>Fusarium sp.</i> (Toxina T-2, Desoxinivalenol (o nivalenol), Zearalenona, Fumonisina B <sub>1</sub> ) y <i>Penicillium spp.</i> (patulina, verruculogen).				
	Contaminación por insectos.	9	5	1	5
	Recontaminación de microorganismos ( <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Alternaria alternata (lycopersici)</i> , <i>Aspergillus niger</i> (Fumonisina B2), <i>Fusarium sp.</i> (Toxina T-2, Desoxinivalenol (o nivalenol), Zearalenona, Fumonisina B <sub>1</sub> ) y <i>Penicillium spp.</i> (patulina, verruculogen).	10	5	5	2 5
	Presencia de polvo y palma de petate.	11	5	1	5
	Residuos de parafina grado no alimenticio en camilla de madera.	12	2	1	2
<b>Almacenamiento</b>	Recontaminación de microorganismos deteriorativos y producción de micotoxinas ( <i>Alternaria alternata (lycopersici)</i> , <i>Aspergillus niger</i> (Fumonisina B2), <i>Fusarium sp.</i> (Toxina T-2, Desoxinivalenol (o nivalenol), Zearalenona, Fumonisina B <sub>1</sub> ) y <i>Penicillium spp.</i> (patulina, verruculogen).	13	5	5	2 5
<b>Segunda clasificación</b>	Recontaminación de microorganismos deteriorativos y producción de micotoxinas ( <i>Alternaria alternata (lycopersici)</i> , <i>Aspergillus niger</i> (Fumonisina B2), <i>Fusarium sp.</i> (Toxina T-2, Desoxinivalenol (o nivalenol), Zearalenona, Fumonisina B <sub>1</sub> ) y <i>Penicillium spp.</i> (patulina, verruculogen).	14	1	5	5
<b>Empacado</b>	Recontaminación de microorganismos deteriorativos y producción de micotoxinas ( <i>Alternaria alternata (lycopersici)</i> , <i>Aspergillus niger</i> (Fumonisina B2), <i>Fusarium sp.</i> (Toxina T-2, Desoxinivalenol (o nivalenol), Zearalenona, Fumonisina B <sub>1</sub> ) y	15	1	5	5

*Penicillium spp.* (patulina, verruculogen).

### 3.2 PRINCIPIO 2: Determinación de los Puntos Críticos de Control

#### 3.2.2 Criterios de evaluación para medidas de control

Las medidas de control se clasificaron de acuerdo con los valores asignados con la Tabla 21.

*Tabla 21 Criterios de evaluación de medidas de control*

Código	Variable	Criterio	Valor
V1	Efecto sobre el peligro	Elimina el peligro	1
		Minimiza el peligro pero no es eliminado	3
V2	Factibilidad para el monitoreo	Medición continua o en tiempo real	1
		Medición discontinua	3
V3	Parte del sistema relacionado con otras medidas de control	Medida de control inicial o una previa a otras medidas establecidas por el mismo peligro	1
		Medida de control final	3
V4	Probabilidad de fallo	La medida de control no falló en el último año	1
		La medida falló de 1-5 en el último año	3
V5	Gravedad de la consecuencia (s) en caso de fallo en su funcionamiento	Puede tratarse de una consulta médica, pero no una hospitalización	1
		Puede implicar una hospitalización	3
V6	Especificación de la medida de control	Discriminación del peligro en tiempo real	1
		Proporciona información para un análisis posterior y la minimización del peligro	3
V7	Efectos sinérgicos	Medida de control complementaria	1
		Medida de control no complementaria	3

Al finalizar la puntuación de las medidas de control, cada una se calificó de acuerdo a las 7 variables descritas en la Tabla 21. Si al final esta calificación fue  $\geq 14$  este puede ser tratado por el sistema SCIBVA y si la evacuación fue  $\leq 14$  puede ser tratado por los prerrequisitos operacionales (PPRo).

### 3.2.3 Evaluación de medidas de control

La Tabla 22 reúne el listado de peligros significativos y si deben ser controlados en PPRo o por el plan *SCIBVA* como PCC según la calificación de la suma del valor de las variables 1-7; así se asignarán los PCC y límites de control (Fernández et al., 2014).

Tabla 22 Evaluación de medidas de control, Variables 1-7; Programas de Prerrequisitos operacionales (PPRo) y Puntos Críticos de Control (PCC)

Código de Peligro	Medidas de control	Valor de la variables							Pu
		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	
1	Limpieza sistemática de las herramientas y del área de trabajo.	1	1	1	3	1	1	1	
2	<b>Garantía del proveedor especificando el control de materia prima y buenas prácticas agrícolas.</b>	3	1	1	3	3	3	1	
3	<b>Grado de madurez fisiológica y contenido de vainillina.</b> Limpieza sistemática del área de trabajo.	3	3	1	3	1	3	1	
5	Las vainas pasan por el área de selección y clasificación y se detectan visualmente los frutos contaminados.	1	3	1	3	1	3	1	
6	Limpieza sistemática de las herramientas de trabajo.	1	1	1	3	1	1	1	
7	<b>Control de tiempo y temperatura.</b>	3	1	1	3	3	3	1	
8	Control de temperatura y humedad.	3	3	1	1	1	1	1	
9	Limpieza sistemática de las herramientas y del área de trabajo.	1	1	1	3	1	1	1	
10	<b>Control de a<sub>w</sub>.</b>	3	1	3	3	3	3	1	
	<b>Control de humedad.</b>	3	1	3	3	1	3	1	
11	Limpieza sistemática de las herramientas de trabajo.	1	1	1	3	1	1	1	
13	Análisis microbiológicos.	1	3	3	1	1	1	3	
14	Análisis microbiológicos.	1	3	3	1	1	1	3	
15	Análisis microbiológicos.	1	3	3	1	1	1	3	

### 3.3 PRINCIPIO 3: Establecimiento del plan SCIBVA

Para el establecimiento del plan SCIBVA (TABLA \*\*\*) se consideró el principio 3 (Establecimiento de límites críticos para cada PCC), el principio 4 (Establecimiento de un sistema de vigilancia para cada PCC) y el principio 5 (Propuesta de medidas correctivas).

Los límites críticos (Principio 3) se establecieron a partir de los requisitos de inocuidad evaluados, mismos que se indican en la Ley Federal de Derechos de Agua (2009), la normatividad vigente de vainilla NMX-FF-074-SCFI-2009, NOM-182-SCFI-2011 y artículos científicos. El plan SCIBVA después de haber identificado los peligros a los que están expuestas las vainas de vainilla durante su beneficiado, se lleva a cabo un monitoreo correspondiente a cada Punto Crítico el cual se establece en el Principio 4. En cuanto a las

medidas correctivas (Principio 5), se prosigue a rechazar las vainas o destinarlas para otros usos (subproductos) cuando no cumplen con los límites establecidos por el plan; utilizando como criterios para aceptar o rechazar las vainas durante el proceso de beneficiado.

**Tabla ## Establecimiento del plan SCIBVA (Propuesta de un sistema de inocuidad para la detección de riesgos de contaminación en vainas de *Vanilla Planifolia* G. Jacks durante su beneficiado)**

1	2	3	4	5	6	7	8
PCC	Peligro significativo	Límites Críticos para cada Medida Preventiva	Monitoreo				Acción (es) Correctiva (s)
			¿Qué?	¿Cómo?	Frecuencia	¿Quién?	
<b>Recepción</b>	Contaminación por microorganismos patógenos	Garantía del proveedor especificando el control de materia prima y buenas prácticas agrícolas	Carta de garantía por cada lote.	Revisión de la carta.	Cada que se reciban las vainas.	El encargado del proceso.	Rechazar o destinar para otros usos (subproductos) las vainas verdes que no cumplen las características mencionadas.
	Grado de madurez fisiológica y contenido de vainillina.	Contar 1.5-3 g de vainillina (Weiss, 2002).	Contenido de vainillina en vainas verdes.	Según el procedimiento de la NOM-182-SCFI-2011.	Una vez, cada que se reciben las vainas.	El encargado del proceso.	
<b>Marchitamiento o Escaldado</b>	Control de tiempo y temperatura.	T= 80 °C del agua por t= 8 segundos.	Temperatura del agua y monitoreo del tiempo.	Termómetro manual y cronómetro.	Cada que se sumerjan los frutos al agua.	El encargado del beneficiado.	Continuar con el marchitamiento de los frutos hasta conseguir que se alcance el límite crítico.

S  
e  
c  
a  
d  
o

**Sudados y Tendidos**

Control de $a_w$ .	Obtener actividad de agua de 0.85, o menos, al finalizar los ciclos de sudado y tendidos.	Actividad de agua.	Medidor de actividad de agua (higrómetro).	Cada lote.	El encargado del beneficiado.	Que se continúe con la deshidratación de las vainas.
Control de humedad.	de Contenido de humedad final entre el 25 y 30 % en las vainas que se beneficiadas.	Contenido de humedad.	Según el procedimiento de la Norma <u>NOM-182-SCFI-2011</u> .	Según el procedimiento de la Norma NOM-182-SCFI-2011 o con termobalanza.	El encargado del beneficiado.	Rechazar o destinar para otros usos (subproductos) las vainas que no cumplen los límites mencionados.

## Fase 4: Elaboración del Plan de Calidad del SCIBVA

El SCIBVA es un sistema que minimiza riesgos que pueden repercutir en la calidad e inocuidad de las vainas de vainilla durante su beneficiado. De ahí que este estudio considere a partir de su cosecha, dos planes diferentes, el primero es el *Plan asociado a los parámetros de inocuidad* y el segundo *Plan asociado a los parámetros de calidad*; en ambos planes se han identificado los peligros o puntos de prevención a los que están expuestas las vainas de vainilla durante su beneficiado, considerando, las medidas correctivas y monitoreo.

Estos planes permiten el seguimiento del sistema de manera ordenada y funcional para minimizar los Puntos Críticos del proceso de beneficiado de vainilla para así obtener un producto inocuo y de calidad.

### 4.1 Plan asociado a los parámetros de calidad

La Tabla 14 presenta el cuadro de gestión del programa de calidad SCIBVA en él se relacionan las etapas del proceso de beneficiado y los puntos de control asociados a parámetros de calidad y los límites críticos y acciones correctivas asociados. Específicamente los límites críticos fueron seleccionados a partir de los requisitos de calidad evaluados que se indican en la norma NOM-182-SCFI-2011, fueron notificadas por el beneficiador o reportadas en la bibliografía.

A continuación se explicará detalladamente por etapa del beneficiado los puntos de control asociados a parámetros de calidad, sus límites, el sistema de monitoreo y la correspondiente medida correctiva; los parámetros de calidad se agrupan en tres grupos principales, las características sensoriales (flexibilidad, brillantez, aroma y color), características físicas (tamaño) y características químicas (humedad y contenido de vainillina) según Curti (1995); sin embargo, en la presentación de resultados de esta investigación se agrupan estas características en dos grupos: fisicoquímicas (peso, longitud, actividad acuosa, contenido de humedad y firmeza) y sensoriales (flexibilidad y color).

#### 4.1.1 Etapa de recepción

Durante la etapa de Recepción los parámetros de calidad involucrados corresponden al tamaño, color, grado de madurez, aspecto, color, textura y firmeza.

Específicamente la longitud de las vainas evaluadas en este estudio correspondieron a valores de 12-16 cm, sin embargo los valores del tamaño de los frutos requieren ser mayores a 15 cm (Tabla 14) para poder clasificarse en las categorías establecidas para el grado de calidad de las vainas beneficiadas (NOM-182 SCFI-2011).

#### 4.1.1.1 Características fisicoquímicas

El grado de madurez depende del tiempo transcurrido desde la polinización a la cosecha, además de que la floración haya sido uniforme. Después de la polinización el fruto tarda hasta 45 días en alcanzar su longitud y diámetro máximos (Havkin-Frenkel y Belanger, 2011) después pasa por un periodo de madurez de hasta nueve meses y se espera que las vainas alcancen una humedad del 78% (Curti, 1995). En este estudio las vainas analizadas durante la etapa de recepción tuvieron entre 80-85% de humedad como se muestra en la Tabla 8, esto influye en la medición de firmeza (Tabla 8) y flexibilidad (Tabla 9) del fruto. Dignum, Kerler y Verpoorte (2001) reportaron que la calidad final depende principalmente del contenido de glucovainillina en vainas verdes y que el inicio del beneficiado sea con frutos suficientemente maduros.

**Tabla 20 Evaluación de características fisicoquímicas de vainas verdes de vainilla durante la Recepción de frutos**

P	pH	Peso (g)	Longitud (cm)	aW	Humedad (%)	Firmeza (Kg*s)
1	5.18±0.06 a	18.76±2.95 a	17.88±1.44 a	0.93±0.01 a	81.14±1.53 ab	6.14± 2.09 a
2	5.26±0.11 a	8.67±1.99 a	12.75±1.50b	0.92±0.01ab	83.98±1.13 a	3.49±1.47 ab
3	5.38±0.10 a	10.52±0.14 bc	13.43±0.15 b	0.92±0.01 ab	80.92±1.8 ab	5.76±0.86 a
4	5.29±0.11 a	12.81±1.10 b	18.08±0.15 a	0.93±0.01 a	85.21±1.06 a	4.53±1.07 ab
5	4.64±0.09 b	7.41±1.19 c	13.50±0.91 b	0.91±0.01 b	73.30±8.68 a	1.84±0.98 b

1 Medias ± desviación estándar






2 Letras minúsculas diferentes dentro de una misma columna representan diferencias significativa Tukey (P= 0.05)

3 Procedencia 1= Ayototxco, 2=1° de Mayo, 3=Pantepec, 4= 20 Soles y 5= Sta. Beatriz

#### 4.1.1.2 Características sensoriales

Con respecto al color de las vainas de vainilla, los parámetros que se evaluaron corresponden a las cromátidas de la escala CIELAB (L, a, b y ΔE) se presentan en la Tabla 9. Los valores de L\*(describe la luminosidad) que presentaron las vainas verdes fueron de 40-44, los valores de a\* (describe tonos entre rojo y verde) se encuentran entre 10-11 y los valores de b\* resultaron entre 21-25 (describe tonos entre amarillo y azul) (Chuchuca, Doc y Peñafiel, 2012); se necesita que las vainas presenten una coloración verde con raquis amarillento lo cual asegura un mejor desarrollo de compuestos aromáticos durante su beneficiado (Karthik-Kumar y Balamohan, 2013).

**Tabla 21 Evaluación de características sensoriales de vainas verdes de vainilla durante la Recepción de frutos**

P	Flexibilidad (Kg*s)	L*	a	b	PANTONE®	COLOR
1	5.74±1.34 a	44.07±1.93 a	-10.14±0.75 b	25.45±3.43 a	5753 C	
2	3.20±1.28 bc	40.66±2.01 ab	-11.24±1.84 b	23.46±0.90 a	7762 C	
3	4.98±0.72 ab	42.13±2.47 ab	-10.43±0.20 b	23.91±1.56 a	7762 C	
4	3.94±0.84 abc	40.17±0.78 ab	-10.04±2.51 b	21.18±0.69 a	7762 C	
5	1.83±0.89 c	35.11±8.27 b	0.57±2.88 a	21.44±7.57 a	2329 C	

1 Medias ± desviación estándar

2 Letras minúsculas diferentes dentro de una misma columna representan diferencias significativa Tukey (P=0.05)

3 Procedencia 1= Ayototxo, 2=1° de Mayo, 3=Pantepec, 4= 20 Soles y 5= Sta. Beatriz

#### 4.1.2 Etapa de Marchitamiento

La siguiente etapa, el marchitamiento favorece la interacción entre enzimas y sustratos para facilitar la formación de los compuestos β-glucosidasa y glucovainillina (precursor de vainillina) y produce el característico color café, aromas y sabores (Fernández et al., 2014), esto se logra a partir del sumergimiento de los frutos en agua caliente. En esta investigación se decidió clasificar el marchitamiento en dos categorías, el primero es un marchitamiento lento que consiste en el sumergimiento de los frutos en agua caliente 65°C por 3 minutos o 63°C por 5 minutos (Krishnakumar et al.\*\*\*año) y el segundo es un marchitamiento corto en el que el beneficiador sumerge los frutos en agua a 80°C por 8 segundos o 100°C durante 10 segundos (Jones y Vincent, 1949), no obstante, durante la verificación *in situ* se observó que el marchitamiento largo es el utilizado y que además es el más común en México. El tratamiento de agua favorece la interacción de enzimas y es más efectivo que otros tratamientos alternativos, por tal razón en la Tabla 31 se marcan como límites críticos de la temperatura durante el marchitamiento 65-100°C, checar en la tabla de FQ que coincidan

El efecto del marchitamiento sobre la actividad enzimática de los frutos verdes y su relación con la biosíntesis de vainillina y maduración son independientes del origen geográfico de las vainas, pero la diferencia empieza a ser significativa durante el proceso de beneficiado (Karthik-Kumar y Balamohan, 2013).

Además, el marchitamiento contempla como parámetro de calidad el correcto despezonado, que es la separación manual del fruto y raquis sin que este se rompa (Curti, 1995), debido a que una mala operación afectaría la longitud de la vaina.

### 4.1.3 Etapa de Secado (Sudados y Tendidos)

Posteriormente en la etapa de secado, las vainas son sometidas a ciclos de sudados y tendidos para lograr que los frutos alcancen de 55 a 58 °C expuestas al sol, para esto deben pasar por lo menos 4-6 horas para permitir a los frutos alcanzar esta temperatura. Colocar los frutos inmediatamente envueltos en un recipiente que genere un apropiado secado de los frutos.

#### 4.1.3.1 Características Físicoquímicas

En esta etapa las vainas comienzan a clasificarse de acuerdo a su contenido de humedad, se puede observar en la Tabla 10 como disminuyó en comparación de los frutos provenientes de la etapa de recepción. El proceso de sudado tiene como finalidad favorecer la fermentación y la deshidratación del fruto, el número de ciclos de sudores y tendidos (secado) depende del grado de madurez de los frutos al momento de cosecharlos (Curti, 1995).

Arana (1994) reporta que las vainas que presentan en promedio en el contenido de humedad del 32% son resultado de un correcto desarrollo y por lo tanto tendrán altos niveles de aroma, flexibilidad y suavidad; podemos observar en la Tabla 10 que el contenido de humedad de las vainas beneficiadas después de los ciclos de sudados y tendidos está entre 27-36% de humedad, esto representa un alto nivel de calidad y asegura un alto desarrollo de compuestos aromáticos, por lo tanto, es posible que las vainas pertenecientes a la procedencia 5 hayan tenido un mayor grado de madurez y por esto presentan un porcentaje de agua menor que otras vainas beneficiadas, debido a que los frutos inmaduros se deshidratan más rápido debido a su débil consistencia en la pared celular en comparación con los frutos maduros.

*Tabla 22 Características físicoquímicas de vainas durante las etapas de sudados y tendidos*

P	pH	Peso (g)	Longitud (cm)	a <sub>w</sub>	Humedad (%)	Firmeza (kg/s)
1	4.25±0.09ab	2.07±0.62b	12.80 ±2.32ab	0.82±0.03ab	27.02 ±2.66 a	0.84±0.20bc
2	4.00±0.13b	1.50 ±0.49 b	11.43±1.67b	0.86±0.02a	30.26 ±9.21a	0.67±0.05c
3	4.12±0.15b	1.55±0.15 b	11.38±1.75 b	0.83±0.01ab	35.34 ±7.29a	0.80±0.18bc
4	4.29±0.07ab	3.33±0.56a	16.00±0.82 a	0.87±0.03a	36.82 ±4.84 a	1.07 ±0.15ab
5	4.56±0.26 a	2.35±0.20 b	13.25 ±0.65ab	0.79±0.04b	11.12 ±2.87 b	1.41 ±0.23 a

1 Medias ± desviación estándar

2 Letras minúsculas diferentes dentro de una misma columna representan diferencias significativa Tukey (P= 0.05)

3 Procedencia 1= Ayotoxco, 2=1° de Mayo, 3=Pantepec, 4= 20 Soles y 5= Sta. Beatriz

#### 4.1.3.2 Características Sensoriales

Durante estos ciclos (sudados y tendidos), dentro del fruto se van formando aceites y componentes a través de sustancias precursoras que le dan flexibilidad, brillo y aroma al fruto, en la Tabla 11 se observan las diferencias entre el grado de flexibilidad de las vainas dependiendo de su procedencia, ya que como explica Guzmán (2004) la variedad de componentes dependen de la fuente geográfica y de las especies.

El contenido de humedad en las vainas de vainilla al finalizar los ciclos de sudados y tendidos e iniciar el almacenamiento tiene una alta influencia sobre la calidad de las vainas en términos de compuestos aromáticos, color y textura (Karthik-Kumar y Balamohan, 2013). Como se puede observar en la Tabla 11 en comparación con los valores en la Tabla 9, el color de las vainas varía de acuerdo con la escala **PANTONE®**. Para los beneficiadores, el color es un parámetro decisivo para la categorización de las vainas y determinar si el beneficiado ha finalizado; el color característico “café” y la brillantez que presente la vaina determinará, al igual que su longitud y flexibilidad el tipo de mercado al que se destinará la vainilla como uso industrial o gourmet.

**Tabla 23 Características sensoriales de vainas verdes de vainas de vainilla durante las etapas de sudados y tendidos**

P	Flexibilidad (Kg*s)	L*	a	B	PANTONE®	COLOR
1	0.55±0.13 bc	15.17±2.08 a	2.98±0.33 a	1.12±0.60 a	Black 4 C	
2	0.43±0.04 b	13.93±2.48 a	4.01±1.33 a	2.48±1.73 a	Black 4 C	
3	0.50±0.11 bc	12.97±4.76 a	2.97±1.47 a	2.015±1.21 a	Black 4 C	
4	0.70±0.14 ab	15.86±1.70 a	3.16±0.48 a	2.072±0.41 a	Black 4 C	
5	0.88±0.11 a	17.97±1.64 a	2.91±0.44 a	2.95±0.83 a	Black 4 C	

1 Medias ± desviación estándar

2 Letras minúsculas diferentes dentro de una misma columna representan diferencias significativa Tukey (P= 0.05)

3 Procedencia 1= Ayotoxco, 2=1° de Mayo, 3=Panteppec, 4= 20 Soles y 5= Sta. Beatriz

#### 4.1.4 Etapa de reposo

Una vez que el beneficiado finaliza, los frutos verdes que ingresaron durante la etapa de recepción desarrollaron características de aroma, color y sabor a partir de precursores presentes en el fruto maduro. Esta listo para su acondicionamiento o reposo para ser empacadas y almacenadas.

#### 4.1.4.1 Características Fisicoquímicas

Durante el acondicionamiento de las vainas, los aromas se intensifican y las vainas cobran un aspecto aceitoso y negro. Esto se debe a los componentes químicos generados a través del mecanismo de hidrólisis de la glucovainillina regulado por la pérdida de estructura de membrana celular durante el proceso de fermentación y secado, el beneficiador reconoce que las vainas están listas para su uso a través de la observación de las características principales que se analizaron durante cada etapa, las características sensoriales: color y brillantez, flexibilidad, y las características físicas: longitud. Diferentes estudios (Karthik-Kumar y Balamohan, 2013) que se han realizado en el proceso de beneficiado indican que los métodos mexicanos de marchitamiento y secado bajo el sol son los mejores.

Específicamente, la longitud de las vainas beneficiadas (Tabla 12) es de 14-17 cm, aunque se establece que para considerarse de calidad los frutos deben tener entre 16-22 cm de longitud, aunque explica Curti (1995) que el tamaño de las vainas no es siempre un parámetro de calidad, pero para los beneficiadores que fueron seleccionados en este estudio si es una característica que sirve para categorizar las vainas y definir su uso comercial.

**Tabla 24 Características fisicoquímicas de vainas verdes de vainas de vainilla durante la etapa de reposo**

P	pH	Peso (g)	Longitud (cm)	$a_w$	Humedad (%)	Firmeza (Kg*s)
1	4.27 ±0.03 c	3.10±1.04 a	17.55±0.64 a	0.74±0.02 a	23.37±0.41 bc	1.52±0.35 ab
2	4.75±0.06 b	2.07±0.00 a	14.20±0.00 b	0.80±0.00 a	36.80±0.86 a	0.75±0.06 b
3	4.82±0.29 b	3.09±0.57 a	15.12±1.37 b	0.79±0.04 a	29.61±6.80 ab	1.41±0.50 ab
4	4.04±0.04 c	2.79±0.36 a	14.50±0.57 b	0.82±0.02 a	18.89±2.51 c	1.34±0.30 ab
5	5.14±0.01 a	2.80±0.89 a	15.42±1.35 b	0.76±0.06 a	10.13±2.60 d	2.57±1.20 a

1 Medias ± desviación estándar

2 Letras minúsculas diferentes dentro de una misma columna representan diferencias significativa Tukey (P= 0.05)

3 Procedencia 1= Ayotoxco, 2=1° de Mayo, 3=Pantepec, 4= 20 Soles y 5= Sta. Beatriz

#### 4.1.4.2 Características Sensoriales

Particularmente la flexibilidad y brillantez del color achocolatado que presentan los frutos beneficiados estarán relacionados directamente con el grado de calidad que se asocia al producto, como se puede observar en la Tabla 13 que los colores obtenidos de la medición de vainas durante su reposo y envasado no coinciden con la escala **PANTONE®**

correspondiente a la NOM-182-SCFI-2011; sin embargo si cumplen con la coloración achocolatada.

En el manual de exportación de Vainilla a Nueva Zelanda que elaboró la FAO en 2012 especifica que los envases, así como los materiales de los que está hecho deben estar libres de cualquier agente físico extraño o contaminante, para que así también al momento de la inspección del producto se pueda identificar la fecha de empaque y alguna posible presencia de daños. Usualmente, las vainas de vainilla beneficiada, son envasadas en empaques al vacío de 1 Kg colocados dentro de cajas de cartón para su comercialización. Los envases deben proteger al producto del calor y la humedad, para conservar su frescura y apariencia; al mismo tiempo debe permitir el manejo del riguroso del producto.

*Tabla 25 Características sensoriales de vainas verdes de vainas de vainilla durante la etapa de reposo*

	<b>Flexibilidad (Kg*s)</b>	<b>L*</b>	<b>a</b>	<b>B</b>	<b>PANTONE®</b>	<b>COLOR</b>
<b>1</b>	1.01±0.18 b	12.02±1.41 a	1.63±0.41 b	1.87±0.62 a	Black 4 C	
<b>2</b>	0.49±0.04 b	11.64±1.50 a	2.64±0.14 ab	1.79±0.60 a	Black 4 C	
<b>3</b>	0.92±0.32 b	15.04±0.83 a	2.78±0.26 a	2.24±0.72 a	Black 4 C	
<b>4</b>	0.85±0.19 b	12.74±3.02 a	2.56±0.92 ab	2.45±0.28 a	Black 4 C	
<b>5</b>	1.94±0.82 a	15.7±2.26 a	3.03±0.40 a	1.80±0.60 a	Black 4 C	

*1 Medias ± desviación estándar*

*2 Letras minúsculas diferentes dentro de una misma columna representan diferencias significativa Tukey (P= 0.05)3 Procedencia 1= Ayotoxco, 2=1° de Mayo, 3=Pantepec, 4= 20 Soles y 5= Sta. Beatriz*

**Tabla 26 Cuadro de gestión del plan de calidad SCIBVA**

Etapa /Fase	Punto de control asociados a parámetros de calidad (PCAC)	Límites Críticos para cada medida de control	Monitoreo				Acción(es) Correctiva(s)
			¿Qué?	¿Cómo?	Frecuencia	¿Quién?	
<b>Recepción</b>	Tamaño (Longitud)	Longitud de vainas verdes de 16 a 22 centímetros.	Longitud de frutos verdes beneficiado.	Regla manual.	Durante toda la etapa.	El encargado del beneficiado.	Rechazar o destinar para otros usos (subproductos) las vainas verdes que no cumplen las características mencionadas.
	Grado de madurez	Vainas con 9 meses de cultivo con un contenido inicial de humedad entre 78-85% y $a_w$ 0.91-0.93.	Grado de madurez de las vainas verdes.	Revisión visual.	Una vez, cada que se reciben las vainas.	El encargado del proceso.	
	Aspecto	Vainas verdes enteras, sin rajadas.	Aspecto de las vainas verdes.	Revisión visual.	Cada vez que se reciben las vainas.	El encargado del proceso.	
	Color	Vainas de color verde opaco/amarillento.	Color de las vainas verdes.	Revisión visual y escala PANTONE.	Una vez, cada que se reciben las vainas.	El encargado del proceso.	
	Textura y firmeza	Textura rígida y uniforme de las vainas verdes.	Revisión de vainas verdes.	Inspección manual.	Una vez, cada que se reciben las vainas.	El encargado del proceso.	
<b>Despezonado</b>	Separación del raquis	Separación de los frutos y el raquis, presionando ligeramente el fruto y el pezón.	El raquis separado del fruto.	Separación manual.	Se debe hacer tan pronto como llegue la vainilla al	El encargado del proceso.	Separar los frutos que no tengan el raquis completo para clasificar en otra categoría.

					sitio del beneficio.		
<b>Marchitamiento</b>	Temperatura	La temperatura del agua debe estar entre 65-100°C.	Temperatura del agua.	Utilizando un termómetro.	Cada vez que se sumerjan los frutos al agua.	El encargado del proceso.	Se debe esperar que el agua alcance las temperaturas adecuadas antes de sumergir el fruto.
	Tiempo	El tiempo durante el marchitamiento lento debe ser de 3 minutos y de 8 a 10 segundos para el marchitamiento rápido.	Tiempo de contacto con el agua.	Utilizando un cronómetro.	Cada vez que se sumerjan los frutos en el agua caliente.	El encargado del proceso.	Sumergir nuevamente los frutos hasta lograr un contacto completo con el agua.
<b>Secado (Sudado y Tenido)</b>	Tiempo y Temperatura	Las vainas deben estar expuestas de 4 a 6 horas para alcanzar una temperatura de 55-58°C.	Temperatura de los frutos y tiempo de exposición.	Tomar el tiempo con reloj y medir temperatura con termómetro.	Cada ciclo de sudado y tendido.	El encargado del proceso.	Los ciclos de sudores y tendidos se repetirá cuantas veces sea necesario hasta lograr el beneficiado del fruto (11 a 25 ciclos de sudores).
	Tamaño (Longitud)	Las vainas beneficiadas deben medir 16-22 cm.	Medición de vainas que han cumplido con el proceso de beneficiado.	Regla manual.	Entre cada ciclo de sudado y tendido.	El encargado del beneficiado.	Rechazar o destinar para otros usos (subproductos) las vainas beneficiadas que no cumplen las características mencionadas.
	Color	Las vainas beneficiadas deben ser de color café/rojizo oscuro.	Color de las vainas beneficiadas.	Revisión visual utilizando la escala PANTONE. Colorímetro	Entre cada ciclo de sudado y tendido.	El encargado del beneficiado.	Rechazar o destinar para otros usos (subproductos) las vainas beneficiadas que no cumplen las

				Con parámetros : L, a y b.	características mencionadas.		
<b>Reposo</b>	Textura y firmeza	Las vainas beneficiadas deben tener una textura flexible, uniforme y brillante.	Textura y firmeza en vainas beneficiadas.	Inspección manual. Texturómetro, (firmeza: punto de fuerza máxima y flexibilidad el trabajo de doblado).	Una vez, cada que se reciben las vainas de la etapa anterior.	El encargado del beneficiado.	Rechazar o destinar para otros usos (subproductos) las vainas beneficiadas que no cumplen las características mencionadas.
	Humedad	Las vainas beneficiadas deben tener un porcentaje de humedad de 30 %.	Porcentaje de humedad en vainas beneficiadas.	Según el procedimiento de la NOM-182-SCFI-2011 o con termobalanza.	Una vez, cada que se reciben las vainas de la etapa anterior.	El encargado del beneficiado.	Rechazar o destinar para otros usos (subproductos) las vainas beneficiadas que no cumplen las características mencionadas.
	Tamaño (Longitud)	Las vainas beneficiadas deben mantenerse en reposo clasificadas por tamaño (16-22cm).	Medición de vainas que han cumplido con el proceso de beneficiado.	Regla manual.	Una vez, cada que se reciben las vainas de la etapa anterior.	El encargado del beneficiado.	Asignar nueva clasificación.
<b>Almacenamiento/ envasado</b>	Tipo de empaque.	Los tipos de empaques a utilizar serán bolsas de polietileno al vacío y/o cajas de cartón.	Presencia e integridad del empaque.	Confirmación visual.	Una vez por turno.	El encargado del beneficiado.	Retener el producto hasta que el embalaje sea apto o contenga las especificaciones correctas del mismo, es decir, que el material a utilizar

---

						garantice las características de calidad, higiene, ventilación y resistencia para asegurar la manipulación, el transporte y la conservación adecuada.
Etiquetado	Todos los productos son envasados, etiquetados y empacados de acuerdo a la reglamentación del país.	Presencia de etiqueta.	Observación visual.	Cada lote producido.	El encargado del beneficiado.	Si el envase de empaque no lleva la impresión o etiqueta permanente con caracteres legibles, indelebles y visibles desde el exterior retener el producto hasta que el embalaje contenga las especificaciones correctas del producto.

---

## 4.2 Plan asociado a los parámetros de inocuidad

Una vez desarrollado cada principio que se estableció para el *SCIBVA* se obtuvo un plan asociado a los parámetros de inocuidad que se presenta en la Tabla 23

CUADRO DE GESTIÓN SCIBVA (5 PRINCIPIOS)

## Fase 5: Creación de Herramienta de Divulgación para el SCIBVA

A partir del desarrollo de las Fases 1, 2 y 3 se logró crear el Cuadro de Gestión del SCIBVA formado por los planes de calidad e inocuidad presentados en la Fase 4, mismos que servirán para el desarrollo de una herramienta práctica destinada para ser utilizada por los beneficiadores, con la finalidad de lograr la implementación del Sistema de Calidad e Inocuidad durante el beneficiado de Vainilla. Esta Guía será útil para los productores de Vainilla que deseen obtener un producto de calidad e inocuo y que les permita abrirse mercados nuevos y fortalecer la producción de vainilla mexicana.

Esta herramienta de divulgación y de fácil acceso para el usuario le permitirá entender la importancia del sistema, su aplicación y beneficios. Se diseñó con la finalidad de despertar curiosidad e interés de parte de los productores de vainilla, facilitando la implementación de nuevas tecnologías y prácticas de producción básicas que permiten a las industrias alimentarias cumplir con estándares de producto y normatividades vigentes.

Las funciones del material gráfico incluido en esta herramienta son: dirigir y mantener la atención, permitir la explicación en términos visuales de lo que sería difícil comunicar en forma puramente verbal, favorecer la retención de la información, permitir integrar (en un todo) información que de otra forma quedaría fragmentada, permitir clarificar y organizar la información, promover y mejorar el interés y la motivación (Duchastel y Walter, 1979; Hartley, 1985; Newton, 1984), esto es importante pues para que se logre la implementación de un sistema de inocuidad se requiere la participación activa de cada sector involucrado en la cadena productiva de la vainilla, esto promueve una mejora continua y resultará en un beneficio económico para la región productora.

## Conclusiones

---

A continuación, se mencionan las conclusiones, mismas que surgieron a partir del análisis de los resultados obtenidos en esta investigación:

- A partir de la información recabada en los cuestionarios I y II aplicados para las Fases 1 y 2, se identificaron y seleccionaron las etapas del proceso de beneficiado (Recepción, marchitamiento, secado y almacenamiento) las cuales presentaron diferencias principalmente en las etapas de matado y el oreado que implica ciclos de sudados y tendidos.
- La Fase 3 incluye está conformada por 3 Principios diferentes: Establecer los límites críticos de los CCP, Establecer el sistema de monitoreo de los CCP y Establecer un plan de acciones correctoras. Posteriormente al implementar el Plan SCIBVA se podrá verificar y generar documentación.
- Durante el P1: Análisis de peligros, se identificaron en la etapa de recepción de las vainas y secado (sudados y tendidos) los tres tipos de peligros: biológicos (B), físicos (F) y químicos (Q). Mientras que para la primera y segunda clasificación se consideraron los peligros únicamente B y F. En la etapa de marchitamiento o escaldado los peligros B fueron los principales. Para los peligros B los géneros bacterianos que se aislaron con mayor frecuencia correspondieron a: *Enterobacter cloacae* (de todas las etapas del beneficiado a excepción del despezonado); *Escherichia coli* (de la etapa de recepción y marchitamiento); *Klebsiella pneumoniae* (de la etapa de recepción y segunda clasificación); *Citrobacter amalonaticus* (etapa de recepción, marchitamiento, sudado y almacenamiento); *Klebsiella oxytoca* (del marchitamiento); *Enterobacter gergoniae* (sudado) y *Pseudomonas aeruginosa* (de la etapa de tendido, almacenamiento y segunda clasificación).
- De acuerdo con el análisis de los Peligros realizado, en el cual se consideró el producto de los valores de la Probabilidad y Severidad; se identificaron y seleccionaron los

peligros significativos en las etapas de Recepción, Marchitamiento, Sudado, Tendido y Almacenamiento. Los peligros se relacionaron principalmente con la contaminación o re contaminación microbiana de las vainas.

- En relación con el análisis de las medidas de control con cada uno de los peligros identificados, fueron asignados los puntos críticos de control y puntos operativos. Se detectaron 5 Puntos Críticos de Control (PCC) pertenecientes a las etapas de Recepción, Marchitamiento y Secado (sudado y tendido) de las vainas. Los PCC, así como los límites de control, monitoreo y acciones correctivas conformaron el Plan de Inocuidad para el proceso de Beneficiado.
- Para del Plan de calidad se consideraron 16 Puntos de Control (PC), los cuales fueron asignados para cada etapa del proceso de beneficio desde la recepción hasta el empacado de las vainas.
- Para la asignación de los PC fueron considerados los parámetros como tamaño, color, textura, grado de madurez, aspecto, humedad de las vainas y relación tiempo/temperatura en la etapa del marchitamiento.
- La relación de los PC junto con los límites de control, condiciones de monitoreo y acciones correctivas conformaron el Plan de los parámetros de calidad.
- Los Planes de Inocuidad y de Calidad conforman el *SCIBVA* para detección de riesgos de contaminación de vainas de *Vanilla Planifolia* G. Jacks durante su beneficiado”.
- Para la divulgación del *SCIBVA*, se desarrolló una guía como material didáctico y de fácil acceso para los productores de vainilla, en el cual se reúnen las medidas correctivas y monitoreo de los límites críticos de los planes calidad e inocuidad.
- Finalmente, el *SCIBVA* es una herramienta útil e integral, cuyo establecimiento permitirá minimizar los riesgos de contaminación y dar cumplimiento con los requisitos de calidad del producto durante el proceso de beneficiado de la vainilla.

## ANEXO I

### CUESTIONARIO APLICADO A LOS PRODUCTORES DE VAINILLA DE LA ZONA DEL TONACAPAN

*Objetivo: recopilar información de los productores, ubicación y uso del terreno.*

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Municipio: \_\_\_\_\_

#### SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

1.- ¿Desde cuándo se dedica al cultivo de vainilla (cuánto tiempo lleva cultivando vainilla)?

\_\_\_\_\_

2.- Además del cultivo de vainilla, ¿qué otras actividades de las que aparecen a continuación realiza? :

- Acopiador ( )
- Beneficiador ( )
- Productor de licor ( )
- Artesano ( )
- Comercializador ( )

3.- Indique otros usos del terreno:

(Terrenos adyacentes)

- Norte: \_\_\_\_\_
- Sur: \_\_\_\_\_
- Este: : \_\_\_\_\_
- Oeste: : \_\_\_\_\_

(Por ejemplo; cultivos agrícolas)

4.- ¿El terreno ha sido preparado para el cultivo?

\_\_\_\_\_

5.- ¿Cuáles son las fechas de plantación?

\_\_\_\_\_

6.- ¿Cuántas veces al año plantan la vainilla?

Una vez al año	Dos veces al año	Tres veces al año	Cuatro veces al año
----------------	------------------	-------------------	---------------------

Otro: \_\_\_\_\_

7.- ¿Cuántas hectáreas de terreno designa para el cultivo de la vainilla?

¼ Ha	½ Ha	¾ Ha	1 Ha	2 Ha	3 Ha	4 Ha	5 Ha
------	------	------	------	------	------	------	------

Otro: \_\_\_\_\_

8.- ¿Qué cantidad de vainilla cosecha en kilogramos?

1-6 Kg	6-12 Kg	12-24 Kg	24-36 Kg	36-48 Kg	48-60 Kg	60-72 Kg	72-84 Kg
--------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Otra cantidad: \_\_\_\_\_

9.- ¿Cuántas personas laboran en el vainillal?

Hombres: \_\_\_\_\_ Mujeres: \_\_\_\_\_

*MANEJO DE LOS CULTIVOS*

10.- ¿En qué condiciones se encuentra el suelo del vainillal?

Fértil	Arcilloso	Calcáreo (elevadas cantidades de calcio)	Poroso
--------	-----------	--	--------

Otro: \_\_\_\_\_

11.- ¿En qué condiciones se encuentra el terreno del vainillal?

Con buen drenaje	Con abundante materia orgánica	Con pobre materia orgánica	Plano	Inclinado	Mucha sobra	Poca sobra
------------------	--------------------------------	----------------------------	-------	-----------	-------------	------------

Otro: \_\_\_\_\_

12.- ¿Qué método de cultivo utiliza para la producción de vainilla?

Tradicional: \_\_\_\_\_

Intensivo (monocultivo): \_\_\_\_\_

Cultivo con tutor (a cielo abierto): \_\_\_\_\_

Cultivo con tutor en malla sombra: \_\_\_\_\_

Otros: \_\_\_\_\_

13.- ¿Qué tipo de tutor utiliza?

Naranja	Pichoco	Zapote	Capulin
---------	---------	--------	---------

Otro: \_\_\_\_\_

14.- ¿Utiliza esquejes o semilla?

\_\_\_\_\_

15.- ¿Qué tipo de polinización se utiliza?

Manual	Natural
--------	---------

Otro: \_\_\_\_\_

16.- ¿Cuál es el sistema de riego que utiliza?

Micro aspersores de 360°	Goteo	Aspersión
--------------------------	-------	-----------

Otro: \_\_\_\_\_

17.- ¿Qué tipo de abastecimiento de agua dispone para el cultivo (agua potable, agua entubada, de vertiente) y en qué actividades se emplea?

\_\_\_\_\_

18.- ¿Cuál es el tipo de material con el que se cuenta para el almacenamiento del agua?

\_\_\_\_\_

19.- ¿Cada cuánto riega el cultivo?

\_\_\_\_\_

20.- ¿Últimas fechas de los análisis de agua?

- Microbiológicos ( )
- Metales pesados ( )

21.- ¿Cuáles son las acciones correctivas que le hace al agua? (Por ejemplo: aplicación de cloro)

\_\_\_\_\_

22.- ¿Existe mucha agua acumulada, estancada?

\_\_\_\_\_

23.- ¿Cuenta con energía eléctrica?

\_\_\_\_\_

24.- ¿Cómo se efectúa la recolección y eliminación de basura y/o desechos (saneamientos)?

\_\_\_\_\_

25.- ¿Utiliza abono orgánico? Si ( ) No ( )

26.- ¿Dónde realiza el composteo?

\_\_\_\_\_

27.- ¿Última fecha de la aplicación de mejoras orgánicas?

\_\_\_\_\_

28.- El estiércol o composta son:

- Comprados ( )
- Producidos en su terreno (tipo de ganado) ( ): \_\_\_\_\_

29.- ¿Qué tipo de abono utiliza?

Bovino: \_\_\_\_ Equino: \_\_\_\_ Lombricomposta: \_\_\_\_ Otro: \_\_\_\_\_

30.- ¿Qué proporción utiliza?

\_\_\_\_\_

31.- Se aplica el estiércol o composta (antes o después) de:

- La preparación del terreno ( )
- Siembra ( )
- Floración ( )
- Otro ( )

32.- ¿Utiliza fertilizantes? Si ( ) No ( )

Producto	Aplicaciones	Dosis (g/L) / aplicación (Kg/ha)
Nitrógeno		
Fósforo ( $P_2O_5$ )		
Potasio ( $K_2O$ )		
Triple 17		

Otro: \_\_\_\_\_

33.- ¿En qué época del año se aplica el fertilizante?

\_\_\_\_\_

34.- ¿Presenta plagas su cultivo? Si ( ) No ( )

35.- ¿Qué tipo de plaga es la más frecuente?

Chinche roja	Gusano peludo poco	Caracoles y babosas
--------------	--------------------	---------------------

Otro: \_\_\_\_\_

36.- ¿Existe un programa de control de plagas? (¿Existen registros actualizados de la verificación del funcionamiento del programa?)

\_\_\_\_\_

37.- ¿Los productos utilizados para el control son autorizados oficialmente?

\_\_\_\_\_

38.- ¿Qué tipo de plaguicidas utiliza?

Producto	Aplicaciones	Dosis (g/L) / aplicación (Kg/ha)
Malathión 1000		
Matacaracol		
Cebo envenenado (Lanate)		
Hidróxido de calcio		

Otro: \_\_\_\_\_

39.- ¿En qué etapa del cultivo se presenta la plaga?

\_\_\_\_\_

40.- ¿Presenta algún tipo de enfermedad su cultivo? Si ( ) No ( )

41.- ¿Qué enfermedades presenta?

Putridión de los esquejes	Antracnosis o negrilla (Hongo <i>Colletotrichum vanillae</i> que ataca a hojas y frutos)	Roya (Honguillo)	Putridión del raquis
---------------------------	--	------------------	----------------------

Otro: \_\_\_\_\_

42.- ¿Cuáles son las consecuencias de la(s) enfermedad(es)?

\_\_\_\_\_

43.- ¿Qué tipo de producto utiliza para combatir esas enfermedades?

Producto	Aplicaciones	Dosis (g/L) / aplicación (Kg/ha)
Bavistin 50		
Benlate 50/Benomyl		
Tecto 60		
Captán 50		
Cupravit		

Otro: \_\_\_\_\_

44.- ¿Qué operaciones de pre-cosecha se realizan en el vainilla?

Corte de frutos rajados	Combate de malezas	Corte de frutos muy maduros	Corte por exceso de vainas
-------------------------	--------------------	-----------------------------	----------------------------

Otro: \_\_\_\_\_

45.- ¿Cuál es la temporada de cosecha?

\_\_\_\_\_

46.- ¿Cómo lleva a cabo la cosecha?

\_\_\_\_\_

47.- ¿Las personas que cosechan se lavan las manos antes de iniciar?

➤ Control de plagas ( )

➤ Otro: \_\_\_\_\_

48.- ¿Los contenedores son de plástico ( ), madera ( ) o cartón ( )?

49.- ¿Los contenedores se limpian diario ( ), semanal ( ) o mensual ( )?

50.- ¿Cómo almacena su cosecha?

Cajones de madera	Cajas de cartón	Bolsas de plástico	Costales de yute o polietileno
-------------------	-----------------	--------------------	--------------------------------

Otro: \_\_\_\_\_

51.- ¿Consta que se haya respetado estrictamente los tiempos de carencia de los fitosanitarios utilizados, sobre todo aquellos aplicados cercanos a la cosecha?

52.- ¿Cuáles son las condiciones de almacenamiento?

53.- Las instalaciones para almacenaje deben estar proyectadas y construidas de forma que:

- Permitan un mantenimiento y una limpieza adecuados ( )
- Eviten el acceso y el anidamiento de plagas ( )
- Permitan proteger con eficacia los alimentos de la contaminación ( )
- Reduzcan al mínimo el deterioro de los vegetales (por ejemplo: mediante el control de la temperatura y la humedad) ( )
- El sitio elegido para el almacenamiento sea adecuado, lo que significa que esté en un lugar alto, fresco, limpio de malezas y libre de posibles inundaciones ( )

### COMERCIALIZACIÓN

54.- ¿Qué cantidad en kilogramos de vainilla verde vende?

1-6 Kg	6-12 Kg	12-24 Kg	24-36 Kg	36-48 Kg	48-60 Kg	60-72 Kg	72-84 Kg
--------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Otra cantidad: \_\_\_\_\_

55.- ¿Cuál es el precio de venta de las vainas verdes en Kg?

56.- ¿Clasifica las vainas que produce?

Si: \_\_\_\_ No: \_\_\_\_

57.- ¿Qué clasificación le daría a la vainilla que produce?

Vainilla rajada (Frutos sobremaduros, abiertos longitudinalmente en forma natural, el extremo inferior se torna café y exuda un líquido rojizo)	Vainilla zacatillo (Frutos inmaduros, pequeños, deformes y/o con daños de insectos o mecánicos, de menor calidad que la vainilla entera)	Vainilla entera (Frutos grandes, maduros, bien formados y sin daños físicos)
---	--	--

Otro: \_\_\_\_\_

58.- ¿Qué promedio de longitud cuentan las vainas que produce?

10 cm	12 cm	14 cm	16 cm	18 cm	20 cm	22 cm
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Otro: \_\_\_\_\_

*OBSERVACIONES*

---



---



---

**ANEXO II**

**CUESTIONARIO APLICADO A LOS BENEFICIADORES DE VAINILLA DE LA ZONA DEL TOTONACAPAN**

*Objetivo: recopilar información de las diferentes etapas del beneficiado de la vainilla para identificar sus condiciones de higiene y sanidad así como también las de los trabajadores y las de área de trabajo.*

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Municipio: \_\_\_\_\_

*DATOS DE LA COSECHA DE LA VAINILLA*

1.- ¿Qué cantidad en kilogramos de vainilla verde destina al beneficiado?

1-6 Kg	6-12 Kg	12-24 Kg	24-36 Kg	36-48 Kg	48-60 Kg	60-72 Kg	72-84 Kg
--------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Otra cantidad: \_\_\_\_\_

2.- ¿Cuántos kilogramos de vainilla verde necesita para obtener un kilogramo de vainilla beneficiada?

4 Kg	5 Kg	6 Kg	7 Kg	8 Kg	9 Kg
------	------	------	------	------	------

Otra cantidad: \_\_\_\_\_

*DATOS DE PROCESO DE BENEFICIADO EN VAINILLA*

3.- ¿Cuál de las siguientes etapas de beneficiado toma en cuenta para su proceso?

Recepción	Despezonado	Primera Clasificación	Marchitamiento	Secado (Sudado y Tendido)	Reposo	Segunda Clasificación	Empacado
-----------	-------------	-----------------------	----------------	---------------------------	--------	-----------------------	----------

**RECEPCIÓN**

4.- ¿Cuál de los siguientes parámetros toma en cuenta para la recepción de vainas verdes?

Longitud	Grado de Madurez	Aspecto	Color	Textura
----------	------------------	---------	-------	---------

Otro: \_\_\_\_\_

5.- ¿Qué rango de longitud debe contar las vainas en su recepción?

10 cm	12 cm	14 cm	16 cm	18 cm	20 cm	22 cm
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Otro: \_\_\_\_\_

6.- ¿Cómo realiza la medición de las vainas?

\_\_\_\_\_

7.- ¿Qué grado de madurez debe tener la vaina al recibirla?

Poco maduros	Medio maduros	Maduros	Sobre maduros
--------------	---------------	---------	---------------

Otro: \_\_\_\_\_

8.- ¿Qué aspecto debe tener la vaina antes de su beneficiado?

Vainas enteras sin rajadas	Vainas enteras con rajadas	Vainas rajadas	Vainas no rajadas	Vainas con manchas	Vainas sin manchas	Vaina parcialmente abierta	Vaina totalmente abierta
----------------------------	----------------------------	----------------	-------------------	--------------------	--------------------	----------------------------	--------------------------

Otro: \_\_\_\_\_

9.- ¿Qué color debe tener la vaina antes de su beneficiado?

Verde uniforme	Verde brillante	Verde opaco	amarillento	Amarillento manchado
----------------	-----------------	-------------	-------------	----------------------

Otro: \_\_\_\_\_

10.- ¿Qué textura debe tener la vaina antes de su beneficiado?

Textura suave	Textura rígida
---------------	----------------

Otro: \_\_\_\_\_

**DESPEZONADO**

11.- ¿En qué consiste el despezonado?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**PRIMERA CLASIFICACIÓN**

12.- ¿En cuántas calidades separa las vainas?

---

13.- ¿En cuántas clases según su calidad separa las vainas?

---

14.- ¿En vainas de primera calidad que aspecto y tamaño debe tener?

Vainas enteras grandes	Vainas enteras pequeñas	Vainas enteras rajadas
------------------------	-------------------------	------------------------

Otro: \_\_\_\_\_

15.- ¿En vainas de segunda calidad que aspecto y tamaño debe tener?

Vainas zacatillo integra	Vainas zacatillo rajadas	Vainas zacatillo con hendiduras
--------------------------	--------------------------	---------------------------------

Otro: \_\_\_\_\_

16.- ¿En vainas de más calidades que aspecto y tamaño deben tener?

---

**MARCHITAMIENTO**

17.- ¿Qué método de marchitamiento utiliza?

Inmersión en agua caliente	Horneado de vainas	Cubierta de nylon	Exposición al sol	Congelación	Escaldado y autoclaveado
----------------------------	--------------------	-------------------	-------------------	-------------	--------------------------

Otro: \_\_\_\_\_

18.- ¿En el método de inmersión de agua caliente que temperatura utiliza?

60°C	65°C	70°C	75°C	80°C	85°C	90°C	95°C	100°C
------	------	------	------	------	------	------	------	-------

Otro: \_\_\_\_\_

19.- ¿Durante cuánto tiempo deja sumergidas las vainas en agua caliente?

1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"
----	----	----	----	----	----	----

Otro: \_\_\_\_\_

20.- ¿Cómo monitorea la temperatura?

---

21.- ¿Con que frecuencia monitorea tiempo y temperatura?

---

22.- ¿En el método de horneado de vainas que temperatura utiliza?

50°C	55°C	60°C	65°C	70°C
------	------	------	------	------

Otro: \_\_\_\_\_

23.- ¿Durante cuánto tiempo hornea las vainas?

24 h	36 h	48 h	60 h	72 h
------	------	------	------	------

Otro: \_\_\_\_\_

24.- ¿Cómo monitorea la temperatura?

---

25.- ¿Con que frecuencia monitorea tiempo y temperatura?

---

26.- ¿En el método de cubierta de nylon que temperatura utiliza?

50°C	55°C	60°C	65°C	70°C
------	------	------	------	------

Otro: \_\_\_\_\_

27.- ¿Durante cuánto tiempo deja cubiertas las vainas en nylon?

24 h	36 h	48 h	60 h	72 h
------	------	------	------	------

Otro: \_\_\_\_\_

28.- ¿Cómo monitorea la temperatura?

---

29.- ¿Con que frecuencia monitorea tiempo y temperatura?

---

30.- ¿En el método de exposición al sol que temperatura utiliza?

50°C	55°C	60°C	65°C	70°C
------	------	------	------	------

Otro: \_\_\_\_\_

31.- ¿Durante cuánto tiempo expone las vainas al sol?

24 h	36 h	48 h	60 h	72 h
------	------	------	------	------

Otro: \_\_\_\_\_

32.- ¿Cómo monitorea la temperatura?

---

33.- ¿Con que frecuencia monitorea tiempo y temperatura?

34.- ¿En el método de congelación que temperatura utiliza?

0°C	-5°C	-10°C	-15°C	-20°C
-----	------	-------	-------	-------

Otro: \_\_\_\_\_

35.- ¿Durante cuánto tiempo deja en congelación las vainas?

24 h	36 h	48 h	60 h	72 h
------	------	------	------	------

Otro: \_\_\_\_\_

36.- ¿Cómo monitorea la temperatura?

\_\_\_\_\_

37.- ¿Con que frecuencia monitorea tiempo y temperatura?

\_\_\_\_\_

38.- ¿En el método de escaldado en laboratorio que temperatura utiliza?

50°C	55°C	60°C	65°C	70°C
------	------	------	------	------

Otro: \_\_\_\_\_

39.- ¿Durante cuánto tiempo deja escaldando las vainas?

1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"
----	----	----	----	----	----	----

Otro: \_\_\_\_\_

40.- ¿Cómo monitorea la temperatura?

\_\_\_\_\_

41.- ¿Con que frecuencia monitorea tiempo y temperatura?

\_\_\_\_\_

42.- ¿En el método de autoclaveado en laboratorio que temperatura utiliza?

50°C	55°C	60°C	65°C	70°C
------	------	------	------	------

Otro: \_\_\_\_\_

43.- ¿Durante cuánto tiempo deja escaldando las vainas?

24 h	36 h	48 h	60 h	72 h
------	------	------	------	------

Otro: \_\_\_\_\_

**SECADO (SUDADO)**

44.- ¿Qué tipo de sudado utiliza?

Sudado en cajones de madera	Sudado en laboratorio
-----------------------------	-----------------------

Otro: \_\_\_\_\_

45.- ¿Qué temperatura utiliza durante el sudado?

50°C	55°C	60°C	65°C	70°C
------	------	------	------	------

Otro: \_\_\_\_\_

46.- ¿Durante cuánto tiempo deja sudando las vainas?

24 h	36 h	48 h	60 h	72 h
------	------	------	------	------

Otro: \_\_\_\_\_

47.- ¿Cómo monitorea la temperatura?

\_\_\_\_\_

48.- ¿Con que frecuencia monitorea tiempo y temperatura?

\_\_\_\_\_

49.- ¿Quién es el encargado de realizar esta operación?

\_\_\_\_\_

**SECADO (TENDIDO)**

50.- ¿Por qué motivo se dejan las vainas a orear?

\_\_\_\_\_

51.- ¿Qué temperatura utiliza durante el tendido?

50°C	55°C	60°C	65°C	70°C
------	------	------	------	------

Otro: \_\_\_\_\_

52.- ¿Durante cuánto tiempo deja las vainas tendidas?

4 h	6 h	8 h	10 h	12 h	14 h	16 h	18 h	22 h	24 h
-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------

Otro: \_\_\_\_\_

53.- ¿Cómo monitorea la temperatura?

\_\_\_\_\_

54.- ¿Con que frecuencia monitorea tiempo y temperatura?

\_\_\_\_\_

**REPOSO**

55.- ¿Por qué se dejan reposar las vainas?

---

56.- ¿Durante cuánto tiempo deja reposar las vainas?

30 días	35 días	40 días	45 días	50 días	55 días	60 días	65 días	70 días
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Otro: \_\_\_\_\_

57.- ¿Con que frecuencia monitorea el tiempo?

---

### **SEGUNDA CLASIFICACIÓN**

58.- ¿En cuántas categorías separa las vainas beneficiadas?

---

59.- ¿Qué parámetros utiliza para dar la segunda clasificación?

Flexibilidad	Brillo	% Humedad	Color	Sabor	Aroma	Tamaño
--------------	--------	-----------	-------	-------	-------	--------

Otro: \_\_\_\_\_

60.- ¿Qué flexibilidad deben tener las vainas beneficiadas?

Flexibles	Poco flexibles	Sin flexibilidad
-----------	----------------	------------------

Otro: \_\_\_\_\_

61.- ¿Qué brillo deben tener las vainas beneficiadas?

Muy brillantes	Poco brillantes	Opacas
----------------	-----------------	--------

Otro: \_\_\_\_\_

62.- ¿Qué porcentaje de humedad deben tener las vainas ya beneficiadas?

10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %
------	------	------	------	------	------	------

Otro: \_\_\_\_\_

63.- ¿Qué color debe tener ya la vaina beneficiada?

Café oscuro	Café negruzco	rojizas
-------------	---------------	---------

Otro: \_\_\_\_\_

64.- ¿Qué sabor debe tener la vaina beneficiada?

---

65.- ¿Qué aroma debe tener la vaina beneficiada?

---

66.- ¿Con que rango de longitud deben contar las vainas beneficiadas?

10 cm	12 cm	14 cm	16 cm	18 cm	20 cm	22 cm
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Otro: \_\_\_\_\_

**EMPAQUE**

67.- ¿En qué categoría se basa para empacar las vainas?

Extra (Gourmet)	Categoría I (Gourmet- Ordinaria)	Categoría II (Gourmet- Ordinaria)	Categoría III (Ordinaria)
-----------------	--	---	------------------------------

Otro: \_\_\_\_\_

68.- En la categoría Extra (Gourmet) ¿Qué aspecto deben tener las vainas?

Gruesa sin rayas, manchas, flexible y brillantes	Delgada con rayas y rajada	Delgada con rayas y rajada	Cualquier grosor puede estar rajada o rayada
--	-------------------------------	-------------------------------	--

Otro: \_\_\_\_\_

69.- ¿Qué porcentaje de humedad deben tener las vainas de esta categoría?

10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %
------	------	------	------	------	------	------

Otro: \_\_\_\_\_

70.- ¿Qué longitud deben tener las vainas de esta categoría?

10 cm	12 cm	14 cm	16 cm	18 cm	20 cm	22 cm
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Otro: \_\_\_\_\_

71.- ¿Cuánto contenido de vainillina deben tener las vainas?

1.5 %	1.6 %	1.7 %	1.8 %	1.9 %	2.0 %	2.1 %	2.2 %	2.3 %	2.4 %
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Otro: \_\_\_\_\_

72.- En la categoría I (Gourmet-Ordinaria) ¿Qué aspecto deben tener las vainas?

Gruesa sin rayas, manchas, flexible y brillantes	Delgada con rayas y rajada	Delgada con rayas y rajada	Cualquier grosor puede estar rajada o rayada
--	----------------------------	----------------------------	--

Otro: \_\_\_\_\_

73.- ¿Qué porcentaje de humedad deben tener las vainas de esta categoría?

10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %
------	------	------	------	------	------	------

Otro: \_\_\_\_\_

74.- ¿Qué longitud deben tener las vainas de esta categoría?

10 cm	12 cm	14 cm	16 cm	18 cm	20 cm	22 cm
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Otro: \_\_\_\_\_

75.- ¿Cuánto contenido de vainillina deben tener las vainas?

1.5 %	1.6 %	1.7 %	1.8 %	1.9 %	2.0 %	2.1 %	2.2 %	2.3 %	2.4 %
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Otro: \_\_\_\_\_

76.- En la categoría II (Gourmet-Ordinaria) ¿Qué aspecto deben tener las vainas?

Gruesa sin rayas, manchas, flexible y brillantes	Delgada con rayas y rajada	Delgada con rayas y rajada	Cualquier grosor puede estar rajada o rayada
--	----------------------------	----------------------------	--

Otro: \_\_\_\_\_

77.- ¿Qué porcentaje de humedad deben tener las vainas de esta categoría?

10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %
------	------	------	------	------	------	------

Otro: \_\_\_\_\_

78.- ¿Qué longitud deben tener las vainas de esta categoría?

10 cm	12 cm	14 cm	16 cm	18 cm	20 cm	22 cm
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Otro: \_\_\_\_\_

79.- ¿Cuánto contenido de vainillina deben tener las vainas?

1.5 %	1.6 %	1.7 %	1.8 %	1.9 %	2.0 %	2.1 %	2.2 %	2.3 %	2.4 %
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Otro: \_\_\_\_\_

80.- En la categoría III (Ordinaria) ¿Qué aspecto deben tener las vainas?

Gruesa sin rayas, manchas, flexible y brillantes	Delgada con rayas y rajada	Delgada con rayas y rajada	Cualquier grosor puede estar rajada o rayada
--	----------------------------	----------------------------	--

Otro: \_\_\_\_\_

81.- ¿Qué porcentaje de humedad deben tener las vainas de esta categoría?

10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %
------	------	------	------	------	------	------

Otro: \_\_\_\_\_

82.- ¿Qué longitud deben tener las vainas de esta categoría?

10 cm	12 cm	14 cm	16 cm	18 cm	20 cm	22 cm
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Otro: \_\_\_\_\_

83.- ¿Cuánto contenido de vainillina deben tener las vainas?

1.5 %	1.6 %	1.7 %	1.8 %	1.9 %	2.0 %	2.1 %	2.2 %	2.3 %	2.4 %
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Otro: \_\_\_\_\_

84.- ¿Qué tipo de empaque utiliza?

\_\_\_\_\_

85.- ¿El envasado de los productos se realiza lo más rápido posible a fin de evitar contaminaciones?

\_\_\_\_\_

86.- ¿Todos los productos son envasados, etiquetados y empaquetados de acuerdo a la reglamentación del país?

\_\_\_\_\_

87.- Antes de comenzar las operaciones de empaclado se verifica y registra:

- ✓ Limpieza del área: \_\_\_\_\_
- ✓ Que el material de envase corresponda al alimento: \_\_\_\_\_

88.- ¿Cómo se encuentran los almacenes o bodegas de producto terminado (condiciones higiénicas y ambientales apropiadas)?

\_\_\_\_\_

89.- ¿En qué condiciones de temperatura y humedad se encuentran los almacenes o bodegas de producto terminado (apropiadas para garantizar la estabilidad de los alimentos)?

\_\_\_\_\_

*CONDICIONES DE HIGIENE Y SANIDAD DE LOS TRABAJADORES Y LAS DE ÁREA DE TRABAJO*

90.- ¿Cuántas personas trabajan durante el beneficiado?

Hombres: \_\_\_\_\_ Mujeres: \_\_\_\_\_

91.- ¿Cuentan con uniformes adecuados para el personal que labora?

\_\_\_\_\_

92.- ¿Cuenta con instalaciones sanitarias (servicios higiénicos)?

\_\_\_\_\_

93.- ¿En dónde están ubicadas?

\_\_\_\_\_

94.- ¿Con qué frecuencia se lavan las manos cuando están laborando?

\_\_\_\_\_

95.- ¿En el área de trabajo cuenta con un botiquín de primeros auxilios?

\_\_\_\_\_

96.- ¿Existe una planificación de las actividades del beneficiado?

\_\_\_\_\_

97.- ¿Cuándo fue la última capacitación que recibió el personal y cuál fue el tema tratado?

\_\_\_\_\_

98.- Indicar los equipos y/o utensilios que se emplean durante la producción y/o beneficiado; el material del que están hechos y con qué frecuencia su limpieza.

Equipo o utensilio (Horno, cajas del almacenamiento, etc.)	Material (Acero inoxidable, madera, plástico)	Frecuencia de limpieza (Diaría, semanal, mensual)

99.- ¿Existen parámetros de control de calidad durante el proceso de beneficiado y en el producto terminado? (análisis microbiológico, control de temperatura, tiempo, humedad, otros)

\_\_\_\_\_

100.- ¿Existen registros o documentación sobre el proceso productivo? (tipo de registros, cantidad de vainas verdes que ingresa, cantidad de producto obtenido)

\_\_\_\_\_

101.- ¿Existen devoluciones del producto final? Si existe ¿qué es lo que se hace con este producto?

---

102.- ¿Existen procedimientos que indiquen el destino correcto de los productos no conformes?

---

103.- ¿Se advierte al personal para que informe cualquier anomalía en el proceso?

---

OBSERVACIONES

---

---

---

## Bibliografía

- Adams, M., & Moss, M. (1997). *Microbiología de los alimentos*. Zaragoza: Editorial Acribia.
- Adams, M., & Moss, M. (2000). *Non-bacterial Agents of Foodborne Illness. Food microbiology*. . London: 2nd Edition. RSC Royal Society Chemistry. .
- Anónimo. (2002). Auxiliares Sanitarios de la Comunidad Autónoma de las Illes Balears. . Sevilla, España. : Editorial MAD.
- Ansaldi, G., Marseille, G., & Aubagne, J. (1990). Process for obtaining natural vanilla flavor by treatment of green vanilla beans, and the flavor obtained. . *United States Patent Office, No. 4956192. USA. 7 p.*
- Apella, M., & Araujo, P. (2003). Proyecto solar safe wáter. Microbiología de agua. *Conceptos básicos, Argentina, 48.*
- Arana, F. E. (1994). *Vanilla curing and its chemistry*. Mayaguez, Puerto Rico: Washington DC: Federal Experiment Station of the USDA.
- Báez, V. H. (2014). *Estudio de la calidad microbiológica de vainas de vainilla (Vanilla planifolia) sometidas a diferentes tipos de beneficiado*. Puebla.

- Bagge-Ravn, D., Gardshodn, K., Gram, L., & Vogel, B. (2003). Comparison of sodium hypochlorite-based foam and peroxyacetic acid-based fog sanitizing procedures in a salmon smokehouse: survival of the general microflora and *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Protection*, 66. 592-598.
- Barber, K. (1992). *Bromatología e Inspección de Alimentos*. Costa Rica: Editorial Marín.
- Barrera, J. (2002). Materiales didácticos para la capacitación sobre tres plagas del café. . En E. C. Sur.. Chiapas, México.
- Bonilla, D. P., Cervantes, P., & López, L. (2011). La inocuidad en los alimentos: un derecho del consumidor. *REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA*, Volumen XXIV.
- Boulangé-Peterman, L., Rault, J., & Bellon-Fontaine, M. (1997). Adhesion of *Streptococcus thermophilus* to stainless steel with different surface topography and roughness. *Biofouling*, 11, 201-216.
- Boyd, R., Cole, D., Rowe, D., Verran, J., Paul, A., & West, R. (2001). Cleanability of soiled stainless steel as studied by atomic force microscopy and time of flight secondary ion mass spectrometry. *Journal of Food Protection*, 64, 87-93.
- Bravo, F. (2004). *Hygiene Handling of Food* Guía para la obtención del distintivo H. . En *El manejo higiénico de los alimentos*. México: Editorial Limusa.
- Brock, T. D. (1978). *Biología de los microorganismos*. España: Prentice-Hall. 2ª ed. 774 pp.
- Bruman, H. (1948). The culture history of Mexican Vanilla. . En *The Hispanic American Historical Review* (págs. 283:360–376).
- Burri, J. G. (1989). Vanillin: more than a flavouring agent a potent antioxidant. . *Journal of the Science of Food and Agriculture* , 48:49-56.
- Bythrow. (2005). Vanilla as a medicinal plant. . En *Seminars in Integrative Medicine* (págs. 3:129-131).
- CAC/GL. (2008). *DIRECTRICES PARA LA VALIDACIÓN DE MEDIDAS DE CONTROL DE LA INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS. CODEX ALIMENTARIUS. NORMAS INTERNACIONALES DE LOS ALIMENTOS*. 69.
- Carro, R., & González, D. (2012). *Normas HACCP, sistema de análisis de peligros y distinción de puntos críticos de control*. Universidad nacional del Mar de Plata.
- Case, D. D. (1993). *HERRAMIENTAS PARA LA COMUNIDAD: Conceptos, métodos y herramientas para el diagnóstico, seguimiento y la evaluación participativos en el Desarrollo Forestal*

- Comunitario*. Recuperado el 02 de 09 de 2015, de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Depósito de documentos de la FAO: <http://www.fao.org/docrep/007/x9996s/X9996S00.htm#TOC>
- Castellanos, R. L., Luis, C., Villamil, J., Jaime, R., & Romero, P. (2004). Incorporación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control en la Legislación Alimentaria. *Salud pública*, 6 (3): 289-301.
- Castillo, R., & Engleman, E. M. (2003). Caracterización de dos tipos de Vanilla planifolia. *Acta Botánica Mexicana*, 25:49-59.
- Castro, J., & Escartin, E. F. (2000). Survival and growth of *Vibrio cholera*, *Salmonella typhi*, and *Escherichia coli* O157:H7 on alfalfa sprouts. *J. Food Sci.*, 65:162165.
- Catalunya, G. d. (2009). *Guía para el diseño y la aplicación de un Sistema de APPCC*. Recuperado el 2 de Diciembre de 2014, de [https://www.gencat.cat/salut/acsa/html/ca/dir1312/dn1312/pub\\_fases.pdf](https://www.gencat.cat/salut/acsa/html/ca/dir1312/dn1312/pub_fases.pdf)
- CBI. (2 de Julio de 2015). *Centre for the promotion of imports from developing countries, Promising European markets for vanilla*. Obtenido de Netherlands Enterprise Agency and commissioned by the Ministry of Foreign Affairs of the Netherlands: <http://www.cbi.eu/market-information/spices-herbs/vanilla>
- Cepsa. (2011). *Compañía Española de Petróleos*. Recuperado el 23 de octubre de 2015, de S.A.U.: [http://www.cepsa.com/cepsa/Que\\_ofrecemos/Bases\\_y\\_Parafinas/](http://www.cepsa.com/cepsa/Que_ofrecemos/Bases_y_Parafinas/)
- Challenger, A. (1998). Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. Distrito Federal, MEX: CONABIO.
- Chavarrías, M. (2015). *Consumo de insectos, ¿qué riesgos conllevaría? Según las autoridades sanitarias belgas, los insectos contienen un elevado número de gérmenes, pero tratamientos como el horneado o el escaldado antes de su ingesta reducen los riesgos*. Obtenido de <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2015/02/18/221464.php>
- Chuchuca, G. W., Dock, A. K., & Peñafiel, J. F. (2012). Implementación y validación de una metodología económica para una medición de color aplicada en alimentos.
- Curti, E. (1995). *Cultivo y beneficiado de la vainilla*. Papantla, Veracruz, México: Fondo Regional de Solidaridad del Totanacapan.
- De la Cruz, J. R. (2009). *Vanilla: Post-harvest Operations*. México. : UNAM.
- De La Cruz, J., Rodríguez, G., & García, H. (2009). *Vanilla: Post-harvest Operations*. México: INPhO-Post-harvest Compendium.

- DGAPE, D. G. (2014). *Análisis Sectorial y Tecnologías de la Información*. Panorama de la Vainilla.
- Dignum, A., Kerler, J., & Verpoorte, R. (2001).  $\beta$ -Glucosidase and Peroxidase Stability in Crude Enzyme Extracts from Green Beans of *Vanilla planifolia*. *Phytochem Anal.*, 12:174–179, 10.
- Dignum, M. K. (2001). Vanilla production: technological, chemical and biosynthetic aspects. . *Food Research international*, 17,199-219.
- Dressler, L. (1981). *The Orchids: Natural history and classification*. Cambridge, Massachusetts, USA.: Harvard University Press.
- Dressler, L. R. ( 1990). *The Orchids. Natural history and classification*. . Boston, USA.: Smithsonian Institution, Harvard University.
- Dressler, L. R. (1993). *Phylogeny and classification of the orchid family*. . Portland, Oregon, USA.: Dioscorides Press.
- Duchastel, P. Y., Walter. (1979). Pictorial illustration in instructional texts. . Educational Technology.
- Dudley, D., Guentzel, M., Ibarra, M., Moore, B., & Sagik, B. (1980). Enumeration of potentially pathogenic bacteria from sewage sludges. *Appl. Environ. Microbiol.*
- Duran, S. & Karran (2003). Vanillins: A novel family of DNA-PK inhibitors. . *Nucleic Acids Research* , 31:5501-5512.
- FAO. (1998). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Recuperado el 23 de septiembre de 2015, de Directivas para la Industria: Guía para Reducir al Mínimo el Riesgo Microbiano en los Alimentos, para Frutas y Hortalizas Frescas: <http://www.fao.org/docrep/006/y4893s/y4893s07.htm>
- FAO. (2002). *Calidad y competitividad de la agroindustria rural de América Latina y el Caribe*. Pátzcuaro, Michoacán (México).
- FAO. (2011). *Diagnóstico de la Agroindustria Rural en Nicaragua*. TCP/Facility–TCP/NIC/3303. Instituto de Desarrollo Rural.
- FAO. (2012). *Pacific Islands EXPORTING VANILLA TO NEW ZEALAND*. Rome, Italy: Joe Fuavao, Pacific Islands Trade & Invest (PT&I).
- FAO, F. a. (2008). *Microbiological hazards in fresh fruits and vegetables*. Obtenido de World Health Organization.: [http://www.fao.org/ag/AGN/agns/files/FFV\\_2007\\_Final.pdf](http://www.fao.org/ag/AGN/agns/files/FFV_2007_Final.pdf)
- FAO, O. d. (2003). Obtenido de Capítulo 4. Aspectos higiénicos y sanitarios: <http://www.fao.org/docrep/006/y4893s/y4893s07.htm>

- FAO. (2005). *Memoria de la Conferencia Regional FAO/OMS sobre Inocuidad de Alimentos para las Américas y el Caribe / San José, Costa Rica*. Nicaragua. Managua.: CEDOC. FAO.
- FAO/OMS. (2003). RECOMMENDED INTERNATIONAL CODE OF PRACTICE GENERAL PRINCIPLES OF FOOD HYGIENE .
- FAOSTAT. (2011). *Agricultural Production and Trade Data*. Obtenido de FAO: <http://faostat.fao.org>
- FDA, U. (2015). *Regulaciones US FDA* . Recuperado el 28 de 10 de 2015, de [http://www.registrarcorp.com/fda-food/index.jsp?lang=es&s\\_kwid=TC|9244|como%20exportar%20alimentos%20a%20esta%20dos%20unidos||S|b|70413795375&gclid=Cj0KEQjw5MGxBRDiuZm2icXX2-sBEiQA619bq3fo\\_8fFcWLz7aUqe\\_etF7DWxmxiq9BICKT-GvH\\_MscaAp6y8P8HAQ](http://www.registrarcorp.com/fda-food/index.jsp?lang=es&s_kwid=TC|9244|como%20exportar%20alimentos%20a%20esta%20dos%20unidos||S|b|70413795375&gclid=Cj0KEQjw5MGxBRDiuZm2icXX2-sBEiQA619bq3fo_8fFcWLz7aUqe_etF7DWxmxiq9BICKT-GvH_MscaAp6y8P8HAQ)
- Fernández, E. (2013). *CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE VAINILLA (Vanilla planifolia Andrews) CON DIFERENTES TIPOS DE BENEFICIADO DE LA REGIÓN VERACRUZ – PUEBLA*. Puebla, México.
- Fernández, I., Pérez-Llácer, A., Peidro, B., & Fuentes, A. (2014). Implementation of a food safety management system according to ISO 22000 in the food supplement industry: A case study. *ELSEIVER*, 28-34.
- Fitzgerald, D. J. (2003). Analysis of the inhibition of food spoilage yeasts by vanillin. . *International Journal of Food Microbiology* , 86:113-122.
- Frank, J., & Koffi, R. (1990). Surface adherent growth of *Listeria monocytogenes* is associated with increased resistance to surfactant sanitizers and heat. *Journal of Food Protection*, 53, 550-554.
- Frazier, W. C. (1976). *Microbiología de los Alimentos*. España: Acribia.
- Fuster, N. (2006). *Importancia del control higiénico de las superficies alimentarias mediante técnicas rápidas y tradicionales para evitar y/o minimizar las contaminaciones cruzadas*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Gamboa, M. A. (2006 ). Hongos endófitos tropicales: conocimiento actual y perspectivas. . *Acta Biológica Colombiana*, 11S:3-20.
- Gamboa, M., Laureano, S., & Bayman, P. (2002). Measuring diversity of endophytic fungi in leaves: Does size matter? *Mycopathologia*, 156(1):41-45.
- Gamboa-Gaitán, M. A. (2014). *Vainillas colombianas y su microbiota. II. Diversidad, cultivo y microorganismos endófitos*. Bogotá, Colombia: Universitas Scientiarum 19(3): 287-300 doi: 10.11144/Javeriana.SC19-3.vcmd.

- González, J. (2009). *Implementación de Buenas Prácticas Agrícolas en el sector papero sudeste de la provincia de Buenos Aires*. Buenos Aires.
- Govaerts, R., Campacci, M., & Holland, B. (2006). Recuperado el 12 de Febrero de 2015, de World checklist of Orchidaceae.: <http://www.kew.org/wcsp/monocots/>
- Guentzel, M. (1996). *Medical Microbiology: Escherichia, Klebsiella, Enterobacter, Serratia, Citrobacter and Proteus*. 26.
- Guzmán, C. C. (2004). Vanilla. In: Peter, K.V. (ed) *Handbook of herbs and spices – wood head pub*. Cambridge, England.
- Hartley, J. (1985). *Designing instrutlional texts*. Nueva York.: NPC.
- Havkin-Frenkel, D., & Belanger, F. (2011). *Handbook of Vanilla Science and Technology*. Blackwell Publishing Ltd.
- Havkin-Frenkel, D., & Frenkel, C. (2006). Postharvest handling and storage of vanilla beans. *Stewart Postharvest Review*, 4: 6.
- Hernández, J. (2011). *Paquete Tecnológico Vainilla (Vanilla planifolia Jackson) Establecimiento y mantenimiento*. Tlapacoyan, Veracruz.: Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Ixtacuaco, SAGARPA.
- Herrera, N. F. (2005). *¿CÓMO HACER UN DIAGNÓSTICO EN LAS COMUNIDADES RURALES? SANTA ANA, EL SALVADOR: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE OCCIDENTE. UNIDAD DE INVESTIGACIÓN*.
- Hocking, M. B. (1997). Vanillin: synthetic flavoring from spent sulfite liquor. . *Journal of Chemical Education* , 74:1055-105.
- Ibarra, D. (2012). *Calidad e inocuidad de jitomate (Lycopersicum esculentum L.) fresco almacenado a diferentes temperaturas: relación del contenido de azúcares y ácidos orgánicos con la adherencia de Escherichia coli (ECET)*. Puebla, Pue.: Colpos, Postgrado en estrategias para el desarrollo agrícola regional.
- INIFAP. (2010). Programa estratégico de transferencia de tecnología mediante la divulgación, sensibilización y capacitación en la adopción de BPA; BPM y de higiene en frutas y hortalizas de los ejuidos que conforman cada una de las doce juntas locales en Nayarit. México.
- IOSTA. (2008). *General guidelines for food good agricultural practices spices*. Geneva: International Trade Centre.
- ISO5565-1. (1999). ‘*Vanilla [Vanilla fragrans (Salisbury) Ames] – Part 1 : Specification’ issued by the International Organization for Standardization (ISO) was adopted by the Bureau of Indian*

*Standards on the recommendations of the spices and condiments.* India: Sectional Comiitee ad approval of the Food and Agriculture Division Couricil.

- Izquierdo, J., & Rodríguez, M. (2006). BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPA) en busca de sostenibilidad, competitividad y seguridad alimentaria. En G. d. Agricultura.. Santiago, Chile.: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
- Jones, M., & Vincent, G. C. (1949). Criteria for testing vanilla in relation to killing and curing methods. *J Agric Res.*, 78: 425-434.
- Karthik-Kumar, R. B., & Balamohan, T. N. (2013). Factors affecting the quality of vanilla. *Research and Reviews: Journal of Agriculture and Allied Sciences*, ISSN: 2319-9857.
- Keshava, C. K. (1998). Protective effect of vanillin on radiation-induced micronuclei and chromosomal aberrations in V79 cell. . *Mutation Research* , 397:149-159.
- Kourí, E. (2004). *A Pueblo Divided: Business, Property, and Community in Papantla, México.* Stanford, CA: Stanford University Press.
- Larsen. (1995). *Rev. Dansk Vet. Tidsskrift*, 78 (15) (1995), pp. 763–766.
- Larsen, H., & Munch, B. (1981). Occurrence and survival of pathogenic bacteria in cattle and pig slurry J.R. Walton, E.G. White (Eds.), *Communicable Diseases Resulting from Storage Handling, Transport and Landspreading of Manures.* 161–174.
- Larsen, H., & Munch, B. (1986). Pathogenic bacteria in extra anima lenvironments *UgeskriftJordbrug. Sel. Res. Rev.*, 57–66.
- Lee, J. C. (2014). Vanillin protects human keratinocyte stem cells against Ultraviolet B irradiation. . *Food Chemistry and Toxicology* , 63:30-37 doi: 10.1016/j.fct.2013.10.031.
- López, A., Rogel, M., Ormeño, E., Martínez, J., & Martínez, E. (2010). Phaseolus vulgaris seed-borne endophytic community with novel bacterial species such as Rhizobium endophyticum sp. En *Syst Appl Microbiol* (págs. 3(6):322-327).
- López, D. (2012). *Calidad microbiológica y organoléptica de vainilla (Vanilla planifolia Andrews) beneficiada artesanalmente.* Campus Montecillo, Texcoco.: Tesis de maestría. COLEGIO DE POSTGRADUADOS, Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas.
- Lubinsky, P., Bory, S., Hernández, J., Seung-Chul, K., & Gómez-Pompa, A. (2008). Origin and Dispersal of Cultivated Vanilla (Vanilla planifolia Jacks. [Orchidaceae]). En *Economic Botany* (págs. 62(2): 127-138.).

- Luna, M. L. (2011). *Producción de autoinductores y biopelículas micrbianas y su relación con la calidad y composición química de jitomate (Lycopersicum esculentum Mill) cultivado en la región de Aquixtla Puebla*. Puebla.
- Maryland, U. (2012). *Mejorando la seguridad y calidad de frutas y hortalizas frescas*. Maryland, College Park: JIFSAN.
- Mattila-Sandholm, T., & Wirtanen, G. (1992). Biofilm formation in industry: a review. *Food Reviews International*, 8, 573-603.
- Maurya, D. K. (2007). DNA protective properties of vanillin against  $\gamma$ -radiation under different conditions: possible mechanisms. . *Mutation Research* , 634:69-80.
- McGregor, A. (2005). *Diversification into High-Value Export Products: Case Study of the Papua New Guinea Vanilla Industry*. Rome: Food & Agriculture Organization of the United Nations.
- Montoya, H. F. (1963). Tecnología en el estudio de la vainilla. En G. D. Subsecretaría de Agricultura. México, D.F., MEX: SAGARPA.
- Nacionales, L. F. (s.f.).
- Naturland. (2000). Obtenido de First edition: <http://www.naturland.de>
- Newton, D. (1984). A Way Classifying and Measuring some Aspects of the Illustration Style of Texbooks. . En P. L. Technology.
- NMX-FF-074-SCFI, N. M. (2009). *Productos No Industrializados Para Uso Humano – Vainilla - (VanillaFragrans (Salisbury) Ames\*) – Especificaciones Y Métodos De Prueba*.
- NOM-111-SSA1, N. O. (1994). *Bienes Y Servicios. Método Para La Cuenta De Mohos Y Levaduras En Alimentos*.
- NOM-113-SSA1, N. O. (1994). *Bienes Y Servicios. Método Para La Cuenta De Microorganismos Coliformes Totales En Placa*.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-092-SSA1-1994, B. Y. (s.f.).
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-110-SSA1-1994, B. Y. (s.f.).
- NORMA Oficial Mexicana NOM-182-SCFI-2011, V. d.-E. (s.f.).
- Núñez, V. (2013). *Evaluación del efecto antagónico de extracto de Vainilla (Vainilla planifolia) sobre el crecimiento de hongos fitopatógenos (Colletotrichum spp. Y Penicillium spp)*. Univesidad Tecnológica de la Selva, Chiapas.

- Odoux, E., & Grisoni, M. (2011). *Medicinal and Aromatic Plants - Industrial Profiles*. Vanilla. USA: Taylor & Francis Group.
- Odoux, E., & Grisoni, M. (2011). *Vanilla*. CRC Press. USA.
- OMS. (2015). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de Inocuidad de los alimentos: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs399/es/>
- Osorio, M. L., & Contreras, A. (2009). *El diagnóstico rural participativo y el manejo de los recursos naturales*. Procuraduría Agraria.
- Parafina. (2015). *Parafina, propiedades y peligrosidad*. Recuperado el octubre de 23 de 2015, de Usos y utilizations: <http://parafina.org/>
- Paredes, L. O., Guevara, L. F., & Bello, L. A. (2006). *Los alimentos mágicos de las culturas indígenas mesoamericanas*. MEX. DF. MEX: Fondo de Cultura Económica.
- Paredes, U. A. (2007). Desarrollo e implementación del manual de buenas prácticas de manufactura para el beneficio de vainilla Global Fungi S.P.R. de R.L. En D. d. Agroindustrial.. México.: Universidad Autónoma Chapingo. .
- Piñeiro, M., Nagler, M., Coker, R., Nicolaides, L., Wareing, P., & Myhara, R. (2000). *Manual sobre la aplicación del sistema de Análisis de Peligros y de Puntos críticos de control (APPCC) en la prevención y control de las micotoxinas*. Estudios FAO Alimentación y nutrición.
- Porras, A. & Bayman (2007). Mycorrhizal fungi of Vanilla: diversity, specificity and effects on seed germination and plant growth. . *Mycologia* , 99(4):510-525.
- Ramachandra, S., & Ravishankar, G. (2000). Review: Vanilla flavour: production by convencional and biotechnological routes. *J. Sci Agric*, 80, 289-304.
- Reij, M., & Den Aantrekker, E. (2004). Recontamination as a source of pathogens in processed foods. *International Journal of Food Microbiology*, 91, 1-11.
- Reyes, L., & Rodríguez, M. (2008). *Beneficiado tradicional de la vainilla*. Puebla, Pue., México: 1era edición. Siena.
- Roling, W., & Kerler, J. (1995-2002). Microorganisms with a Taste for Vanilla: Microbial Ecology of Traditional Indonesian Vanilla Curing. En *Applied and enviromental microbiology*. (pág. 5(67)).
- Rushing, J. W. (2012). *Mejorando la calidad y seguridad de frutas y hortalizas frescas: un manual de capacitación para capacitadores*. Universidad de Maryland.

- SAGARPA. (2013). *Estudio de Oportunidades de Mercado Internacional para la Vainilla* . Comité Estatal Sistema Producto Vainilla de Puebla, A.C. .
- Salazar, V. M. (2011). Estrategia del uso y conservación del germoplasma de *Vanilla planifolia* Jacks en la región Totonacapn Puebla-Veracruz. Puebla.
- Segura, M., & Varó, P. (2010). *Manipulador de comidas preparadas*. España: Club Universitario.
- Soto, A. M. (1999). *Filogeografía y recursos genéticos de las vainillas de México*. Recuperado el 02 de Junio de 2015, de <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfJ101.pdf>
- Soto, A. M. (2006). *Vainilla: Los retos de un cultivo basado en una especie amenazada con una historia de vida compleja*. México D.F.: Herbario AMO.
- Strauch, D. (1991). Survival of pathogenic micro-organisms and parasites in excreta, manure and sewage sludge . *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 6 10 (3) pp. 813–84.
- Tapia, A. (2011). *Cambios bioquímicos y microestructurales en vainas de vainilla (Vanilla planifolia; Orchidaceae) durante el beneficio tradicional realizado en México*. México D.F.: Instituto Politécnico Nacional.
- Thomas, J., & Bindumol, G. P. (2005). Microbial contamination in cured vanilla beans. En *Spice India*.
- U.S., E. (2001). *Pesticide Use and Disposal. Technical Information Packet*. Recuperado el 23 de septiembre de 2015, de U.S. Environmental Protection Agency: <http://www.epa.gov/oia/tips/pestint.htm>
- UCAMAN. (2009). *Unión de cooperativas Agrarias de la Mancha, Manual del sistema APPCC en sectores productivos*. .
- UMFDA. (2002). Mejorando la Seguridad y Calidad de Frutas y Hortalizas Frescas. *Manual de Formación para Instructores*. Washington, DC, Estados Unidos: University of Maryland.
- UMFDA. (2012). Mejorando la Seguridad y Calidad de Frutas y Hortalizas Frescas. *Un Manual de Capacitación para los Capacitadores*. Washington, DC, Estados Unidos: University of Maryland.
- Vainilla, P. d. (2014). Panorama de la Vainilla, Análisis Sectorial y Tecnologías de la Información. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica.
- Velázquez, R. D. (2004). *La vainilla y su cultivo*. . Veracruz, MEX.: Dirección General de Agricultura y Fitosanitaria. Gobierno del Estado.

- Verdejo, M. (2003). *Diagnóstico Rural Participativo Una guía práctica*. Santo Domingo, República Dominicana: Centro Cultural POVEDA.
- Weiss, E. A. (2002). Orchidaceae. In: *Spice Crops*. CAB International, Wallingford, UK, 136–154.
- WHO. (1995). *Sixth Report of WHO Surveillance Programme for Control of Foodborne Infections and Intoxications in Europe*. Surveillance Programme.
- Wildbrett, G. (2000). *La limpieza y desinfección en la industria alimentaria*. Zaragoza: Acribia.
- Wilkinson, K. G., Sivasithamparam, K., Dixon, K. W., Fahy, P., & Bradley, J. K. (1994). Identification and characterisation of bacteria associated with Western Australian orchids. En *Soil Biol Biochem* (págs. 26(1): 137-142).
- Yang, J. & Lee(2008). The metabolism of ferulic acid via 4-vinylguaiacol to vanillin by enterobacter. En *From Vanilla root. Process Biochemistry*. (págs. 43:1132-1137).