

/04/

SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS PRODUCTOS DERIVADOS DE ZEA MAYS

AUTOMATED SYSTEM FOR THE INTEGRAL MANAGEMENT OF PRODUCTS DERIVED FROM ZEA MAYS

Luis Aguilar Ríos

Ingeniero en Sistemas Computacionales. Universidad de Colima. Instituto Tecnológico de Colima.
México.

E-mail: g1646015@itcolima.edu.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9905-6415>

Nicandro Farias Mendoza

Doctor en Ciencias, especialidad Ingeniería Eléctrica, CINVESTAV-IPN, Instituto Tecnológico de Colima.
México.

E-mail: nfarias@itcolima.edu.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5543-0719>

Ana Ruiz Tadeo

Maestra en Computación, Universidad de Colima, Instituto Tecnológico de Colima.
México.

E-mail: aruiz@itcolima.edu.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2070-9765>

Recepción: 01/05/2018. **Aceptación:** 20/08/2018. **Publicación:** 14/09/2018

Citación sugerida:

Aguilar Ríos, L., Farias Mendoza, N. y Ruiz Tadeo, A. (2018). Sistema automatizado para la gestión integral de los productos derivados de zea mays. *3C Tecnología. Glosas de Innovación aplicadas a la pyme*, 7(3), 70-93. DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2018.v7n3e27.70-93/>

RESUMEN

En esta investigación se desarrolló un sistema de información automatizado en ambiente web para la gestión integral de los procesos de producción, administración y distribución empleados por empresas productoras de tortilla de maíz. El sistema fue desarrollado bajo un esquema innovador considerando las herramientas operativas y de ejecución para planificar: MRP, integrar: CI y desplegar: CD los componentes que definan la funcionalidad y escalabilidad del sistema, dando un enfoque particular en la gestión de los productos derivados del Zea Mays, adecuando los procesos de producción y de administración internos, para lograr incrementar la competitividad y rentabilidad en la empresa.

ABSTRACT

In this research, an automated information system was developed in a web environment for the integral management of production, administration and distribution processes used by corn tortilla producing companies. The system was developed under an innovative scheme considering the operational and execution tools to plan: MRP, integrate: CI and develop: CD the components that define the functionality and scalability of the system, giving a particular focus in the management of the products derived from the Zea Mays, adapting internal production and administration processes, in order to increase competitiveness and productivity in the company.

PALABRAS CLAVE

Sistemas de información, Administración de sistemas Web, Plataformas de Integración continua (CI), Planificación de los Requerimientos de Material (MRP), Despliegue Continuo (DC).

KEY WORDS

Information systems, Web system, Management, Continuous Integration Framework (CI), Planning of Material Requirements (MRP), Continuous Deployment (CD).

1. INTRODUCCIÓN

La automatización es un factor importante en una empresa mediante los sistemas informáticos, Vanegas (2012) indica que la automatización como proceso ha sido una de las mayores creaciones del hombre, pues a partir de sus resultados se han logrado disminuir significativamente las fallas de tipo humano, también han mejorado los niveles de producción y sus niveles de vida.

Mirándolo como un proceso, Venegas (2012) afirma que como proceso, la automatización se compone de tres fases, el ingreso de datos, el procesamiento de dichos datos la salida y ejecución de los mismos.

Para elaborar un sistema computacional se requiere el dominio de herramientas tecnológicas como los lenguajes de programación. En este proyecto usaremos Hipertext Preprocessor (PHP) por ser uno de los lenguajes de programación que más auge ha tenido en la web por su facilidad de uso y curva de aprendizaje, como la web cumple con un estándar de elaboración de páginas web llamado HTML (HyperText Markup Language) debemos utilizar un lenguaje adecuado para él mismo. What is PHP.NET (2017) afirma que PHP (acrónimo recursivo de PHP: Hypertext Preprocessor) es un lenguaje de código abierto muy popular especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML. El código es ejecutado del lado del servidor y el cliente puede ser configurado para que procese todos los documentos HTML como PHP. Una de las ventajas es su extrema simplicidad para los principiantes y ofrece para los programadores profesionales características avanzadas.

Con los sistemas web ahora es posible tener la página de la empresa y proporcionar todo un sistema de información *online* llevando los registros de proveedores y movimientos de manera completamente disponibles para los interesados en el momento y en el lugar que sea, en todo el mundo. En la actualidad, toda empresa que quiera tener éxito en todos sus sectores ocupa tener un control y un buen suministro de información para calcular los costos, movimientos económicos internos, costos de producción y ventas que se genera de un determinado producto.

Para nuestro caso de estudio, se desarrolló e implementó un sistema de gestión enfocado al sector de producción de masa y tortilla que ayuda a mejorar la administración, gestión y control de las actividades realizadas en este sector con alta disponibilidad de los datos respaldados en la nube, enfocándonos en un producto de software de bajo costo y software libre.

Se creó un sistema de información en ambiente Web que ayuda a gestionar las sucursales con las que cuenta la empresa productora de maíz y tortilla como lo es la Tortillería la original, permitiendo

incrementar el control de los gastos, mermas, reparticiones y producción, logrando así una mejor rentabilidad en la empresa.

2. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este sistema se utilizaron herramientas y software libre, como Atom, y para el diseño de las interfaces se ha utilizado *Framework Bootstrap* y *Framework CodeIgniter*. El servidor web fue *Apache HTTP Server* y el sistema gestor de base de datos fue MySQL, ya que estas herramientas cumplen con lo necesario para llevar a cabo el sistema de información vía web y de bajo costo que será implementado en la empresa Tortillería la original, en el estado de Colima, México.

En este proyecto se aplicó la metodología ágil eXtreme Programming (XP) por ser orientada a objetos. Los beneficios que tenemos al usarla en el desarrollo del sistema computacional es para contar con buenas prácticas de programación, mejorar la productividad en los proyectos, así como garantizar una calidad en la elaboración del software llegando a las expectativas del cliente. Como los ciclos y avances son en pequeñas partes se puede anticipar si el proyecto va en buen camino.

Los procesos de esta metodología son:

1. Especificaciones o requerimientos:

Pierre Bourque (2014) expone que un requerimiento se define como una propiedad que debe exhibir el software para resolver algún problema del mundo real. En un desarrollo ágil Kent Beck (2005) asevera que la especificación del proyecto se refina continuamente durante el desarrollo, por lo que el aprendizaje por parte del cliente y del equipo se puede reflejar en el software. La especificaciones del sistema desarrollado son:

- La automatización de los diferentes procesos de la empresa.
- Integrar un catalogo unificado de proveedores, clientes, materia prima, sucursales, personal, productos, gastos, precios y rutas de reparticion.
- Permitir visualizar de forma global la producción de las sucursales.
- Consultar en línea los datos que genere el sistema y descargarlos.
- Los datos sean guardados en la nube.

2. Diseño: Pierre Bourque (2014) menciona que:

El diseño se define como “el proceso de definición la arquitectura, componentes, interfaces y otras características de un sistema o componente “ y “el resultado de [ese] proceso” [1]. Visto como

un proceso, diseño de software es la ingeniería de software actividad del ciclo de vida en la que los requisitos de software se analizan para producir una descripción de la estructura interna del software que servir como base para su construcción,...

Los diagramas elaborados para el sistema de esta investigación son:

- **Modelo de clases:** En este modelo se describen toda la estructura de interfaz, clases, métodos y atributos que integra el sistema de gestión.
- **Modelo de datos:** En este modelo describimos toda la relación que tienen los datos del sistema, así como las condiciones para cumplir con la integridad de los mismos y sus diferentes comportamientos u operaciones.
- **Modelo de requisitos:** En este modelo indicamos todas las funcionalidades que el cliente nos demandó para dar solución a su problema.
- **Modelo de interfaces general:** En este modelo especificamos de manera abstracta todos los aspectos relacionados con la interfaz de usuario que debe contener el sistema.
- **Modelo de componentes:** En este modelo se señalaron los componentes de software que se construyen para el sistema de gestión.
- **Modelo de entidad relación:** En este modelo representamos la estructura de la base de datos y su relación mostrando cada elemento.
- **Diccionario de datos:** En este diccionario se señala los nombres, formatos y orígenes que deben contener la estructura de la base de datos más en detalle.

3. Código y desarrollo:

Esta sección es llamada también la construcción del software. Pierre Bourque (2014) indica que en general, la construcción de software es en su mayoría de codificación y depuración, pero también implica la planificación de la construcción, diseño detallado, las pruebas unitarias, pruebas de integración, y otras actividades. La construcción también tiene sus entradas y salidas como lo señala Pierre Bourque (2014) donde dice que:

En la construcción de software normalmente se obtiene el mayor número de elementos de configuración que necesitan para ser administrado en un proyecto de software (archivos de origen, documentación, casos de prueba, y así sucesivamente). El proceso utiliza la salida de diseño y proporciona una de entrada a las pruebas.

El lenguaje utilizado en la elaboración de este sistema es PHP, puesto que es un lenguaje libre que

soporta el paradigma de la programación orientada a objetos, es enfocado a desarrollo de sistemas web, es de uso libre sin ningun costo y tiene compatibilidad con hosting de bajo costo.

4. Prueba:

En el desarrollo ágil Kent Beck (2005) explica que mantiene un conjunto completo de pruebas automatizadas, que se ejecutan y vuelven a ejecutar después de cada cambio (muchas veces al día) para garantizar una línea base de calidad. Las pruebas que se realizaron en este sistema para elevar el estándar de calidad fueron:

- **Pruebas unitarias:** Validamos de forma automática cada una de las funciones y métodos que componen cada módulo durante y después del desarrollo.
- **Pruebas de caja negra:** Se aplicaban diferentes pruebas manuales una de ellas era insertar datos no permitidos en los formularios, con el objetivo de tratar de que diera errores, así como que cada elemento de la vista al usuario haga la función por la cual fue programada.
- **Pruebas de aceptación:** Una serie de preguntas al cliente sobre el módulo desarrollado para tener una retroalimentación por si se ocupaba alguna mejora y constatar que cumplía con lo especificado en el modelo de requerimientos.

3. ESPECIFICACIONES O REQUERIMIENTOS

Para el análisis de requerimientos se emplearon entrevistas y encuestas con los involucrados en los procesos administrativos para conocer los diferentes procesos en la tortillería, para estas actividades participaron proveedores, almacenistas, molineros, vendedores, repartidores y clientes. Se detallará a continuación los resultados obtenidos:

Se determinó que la empresa necesita un sistema de información para controlar la información de los proveedores, cálculo de producción, suministro de tortillas, stock en almacén para determinar la fecha para realizar el pedido siguiente. La secuencia de operar es que primero se surten los almacenes con una compra fuerte de materia prima, para luego manufacturar el producto que se va a vender, y sus próximos pedidos al proveedor depende de la rapidez con que el producto final sea vendido. La lista de materia prima que se tiene en almacén es: maíz, harina, papel, bolsa, etiqueta, cal y harina integral.

3.1. DIAGRAMA DE SECUENCIA DE LA EMPRESA

En la Gráfico 1 se muestra el diagrama de secuencia de la empresa el cual se ve de manera gráfica el flujo de información empezando por el proveedor el cual surte el almacén de le empresa suministra al molinero, el cual elabora las tortillas que el repartidor va a dejar a cada cliente que por lo general son restaurante, tiendas y particulares. En el caso de las tiendas el cliente final son todas aquellas personas que se las compran a las mismas.

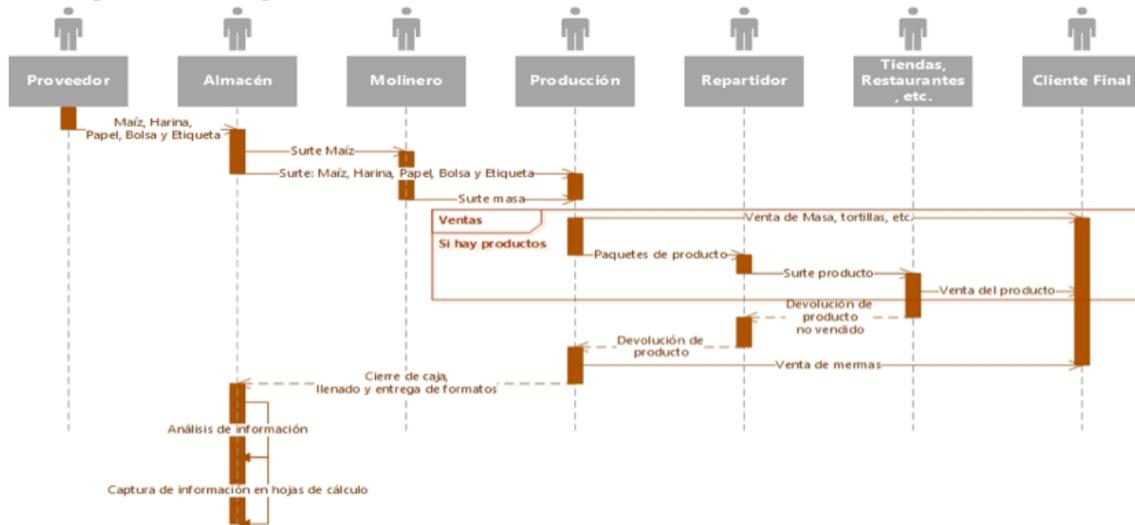


Gráfico 1. Diagrama de secuencia de la empresa.
Fuente: elaboración propia.

3.2. PROCESOS DE LA EMPRESA

La empresa lleva acabo nueve diferentes procesos para su administración y en el Gráfico 2 se muestran de manera general, posteriormente uno será detallado con un diagrama de flujo de información del proceso.

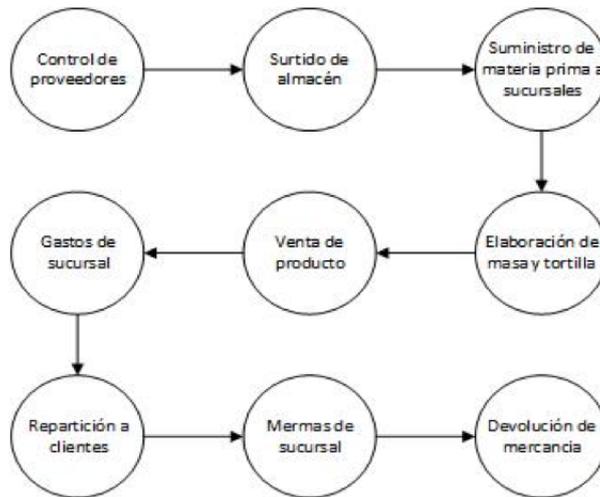


Gráfico 2. Procesos generales.

Fuente: elaboración propia.

4. DISEÑO Y DESARROLLO

Para desarrollar el Sistema de Gestión de Producción de Tortilla objeto de esta investigación se tomaron como referencia las tecnologías de la Ingeniería del software CI/CD para el desarrollo del sistema que se mencionan a continuación:

4.1. INTEGRACIÓN CONTINUA

En este proyecto se utiliza la herramienta GIT para llevar el control de versiones el cual se reflejarán los cambios de código que quieran ser integrados al servidor de prueba, una vez que pasen con éxito las pruebas estarán en condiciones para ser integradas, como se muestra en el Gráfico 3.

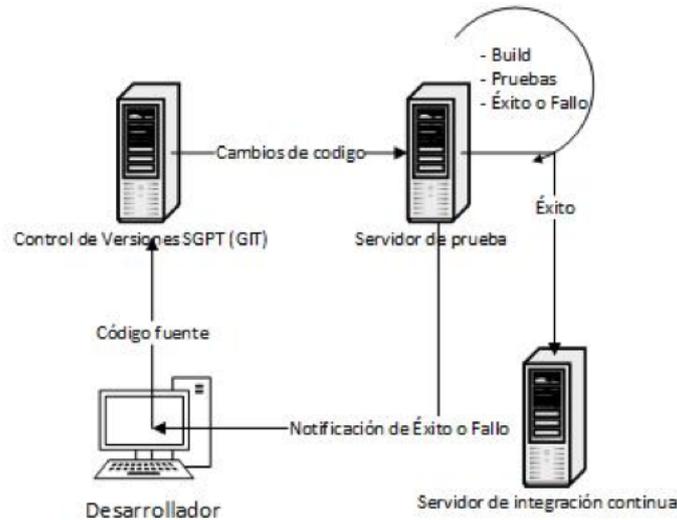


Gráfico 3. Integración continua del sistema.
Fuente: elaboración propia.

4.2. DESPLIEGUE CONTINUO

En este proyecto se realiza un despliegue continuo, haciendo cambios pequeños y en tiempos cortos. Para poder hacer esto se debe desarrollar la aplicación lo mas desacoplada internamente posible para poder gestionar los cambios con el menor impacto hacia otros módulos del sistema. Esto va teniendo mayor importancia a medida que el sistema se vuelve mas complejo, puesto que podemos tener personas que se encarguen de forma independiente de cada parte del sistema sin dañar los avances de otros, ayudandonos con GIT y el control de versiones podemos dar un rollback en cualquier momento que surja un imprevisto en el despliegue volviendo a la ultima verión estable.

Los sistemas MRP son utilizados muy a menudo para planificar las cantidades, aprovisionamiento y momentos de producción. Estas son muy adecuadas para el enfoque push donde se pronostica el inventario necesario para satisfacer al cliente, tomando como base en el historial de demanda de producto.

4.3. PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE MATERIALES

Uno de los objetivos de un MRP es ocuparse de que siempre estén disponibles los productos en inventarios para el momento que se precisen, reduciendo el stock al mínimo. Hay dos sistemas muy conocidos los cuales son el sistema MRP y el Sistema Kanban que se usan para la producción.

Los sistemas MRP son utilizados muy a menudo para planificar las cantidades, aprovisionamiento y momentos de producción. Estas son muy adecuadas para el enfoque push donde se pronostica el inventario necesario para satisfacer al cliente, tomando como base en el historial de demanda de producto. En la Gráfico 4 se muestra como trabaja la planificación push basada en previsión de ventas, donde se debe de cubrir las necesidades de inventario mucho antes de que sean demandadas.



Gráfico 4. Planificación PUSH.

Fuente: elaboración propia.

El sistema kanban ajusta la producción a las demandas de cliente, es caso contrario a lo que el sistema MRP emplea, puesto que no se produce ningún producto hasta saber la demanda actual del mismo y después se procede hacer los cálculos correspondientes de materia prima para cubrir esa demanda.

En el Grafico 5 se muestra como trabaja la planificación con enfoque pull, este enfoque es de suma importancia para calcular el mínimo de producción que debe tenerse para los repartidores de tortillas puesto que el mercado demanda una cierta cantidad por adelantado, este enfoque no es un remplazo de push si no un complemento u otra forma de abordar el problema de planificación de producción.



Gráfico 5. Planificación PULL.
Fuente: elaboración propia.

4.4. MODELO CONCEPTUAL DEL SISTEMA

En la Gráfico 6 se muestra el esquema gráfico del modelo conceptual que integra el sistema el cual tiene el siguiente orden:

- Primero el administrador tiene que llenar sus catálogos correspondientes, los cuales incluyen sus proveedores, sucursales, materia prima, productos, clientes, repartidores y gastos (Si ya se cuenta con esta información se omite este paso).
- Se registran los ingresos en almacén señalando la cantidad, el producto y el proveedor que surtió, esto permite tener stock
- Se controlan los costos de producto que tenga cada cliente, así como los costos de los productos que tenga cada una de las sucursales.
- Contando con stock en almacén se procede a elaborar por cada sucursal una orden la cual contiene la cantidad de materia prima que debe ser surtida para la correcta operación de la sucursal y cantidad que debe ser repartida a los distintos clientes señalando el tipo de producto.
- Cada sucursal es encargada de la elaboración, producción y empaque de masa y tipo de tortillas que se vendan.
- Al final del día se llevará a cabo un cierre el cual el flujo de información es de la sucursal hacia el administrador y contará con un informe de las ventas que ha tenido cada sucursal, gastos de la misma señalando el producto o servicio que lo justifica y las cantidades de mermas que se produjeron

Toda esta información será resguardada por una base de datos relacional alojada en la nube al igual que todo el sistema, por lo cual se podrán efectuar reportes y consultas a la misma desde cualquier lugar que cuente con conexión a Internet, el manejador de base de datos será *MySQL*, *CodeIgniter* del lado del *back-end*, del *front-end Bootstrap* y para los reportes la librería *Phpspreadsheet*.

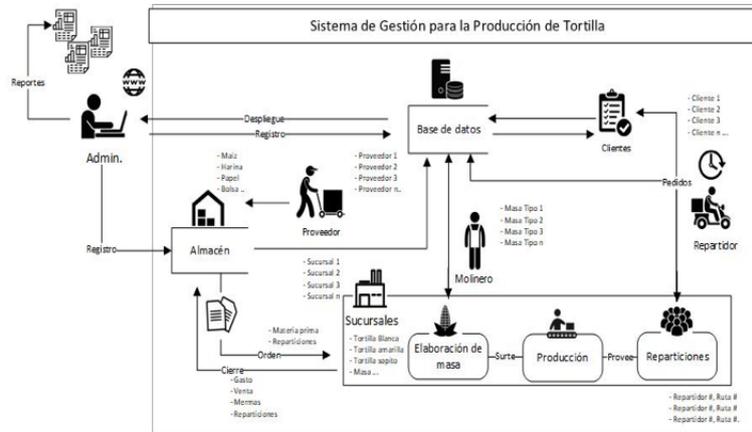


Gráfico 6. Modelo conceptual.
Fuente: elaboración propia.

4.5. PATRÓN DE ARQUITECTURA MVC

El *Framework CodeIgniter* nos permitió crear un sistema de información web el cual se integra con un patrón de arquitectura MVC (Modelo-Vista-Controlador), consta de tres componentes que tienen la siguiente función:

- **CONTROLADOR:** Es el encargado de gestionar los procesos de petición que se le hagan al sistema, así como el de validar estas peticiones. Es uno de los más importantes, puesto que tiene la labor de enlazar la vista con el modelo.
- **VISTA:** Se encarga de la interfaz gráfica, dando una interpretación visual de los datos para este trabajo de vistas en código HTML y PHP.
- **MODELO:** Es el encargado de proporcionar un almacenamiento permanente de los datos para que estos puedan ser consultados más adelante, en este trabajo usaremos una base de datos, la cual nos proporciona facilidad de búsqueda, consultas y actualización.

En el Gráfico 7 se muestra el patrón de arquitectura MVC descrita.

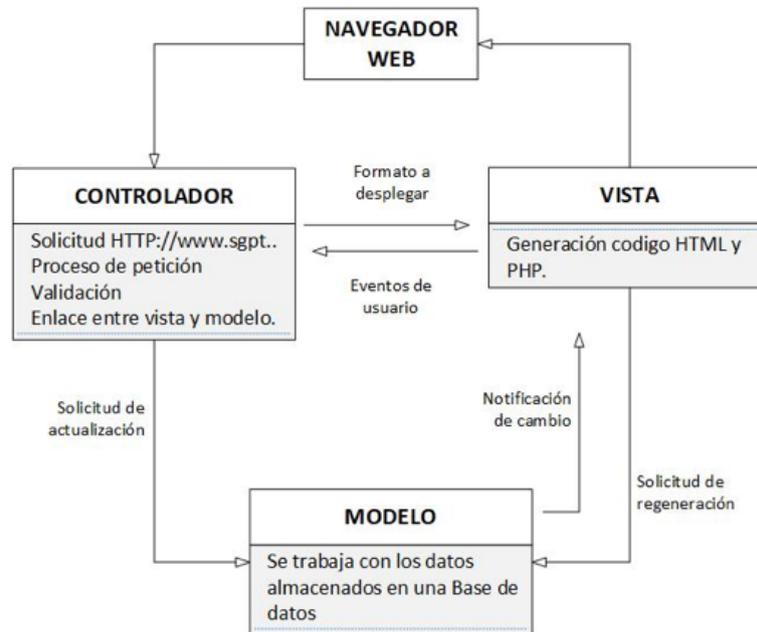


Gráfico 7. Patrón de arquitectura MVC.
Fuente: elaboración propia.

4.6. MODULOS DEL SISTEMA CON INTERFAZ GRAFICA DE USUARIO (GUI.) DC

La interfaz gráfica de usuario es una parte importante porque mediante ésta tiene el usuario toda la interacción con el sistema Pressman (2010) menciona:

El diseño de la interfaz de usuario crea un medio eficaz de comunicación entre los seres humanos y la computadora. Siguiendo un conjunto de principios de diseño de la interfaz, el diseño identifica los objetos y acciones de ésta y luego crea una plantilla de pantalla que constituye la base del prototipo de la interfaz de usuario.

La interfaz gráfica de usuario del sistema se integra de los siguientes módulos:

Módulo de catálogos: Este módulo es la base para los demás, puesto que administra todos los catálogos del sistema. Aquí el administrador puede gestionar las sucursales que desea controlar, empleados con los que cuenta cada sucursal, puestos de cada empleado, proveedores, clientes, ruta de cada repartidor, materia prima que manejan en almacén, distintos tipos de productos que

elaboran para la venta, gastos generales que tiene la empresa seccionada por grupos para un mejor agrupación, distintas mermas.

Módulo de Inventarios: Este módulo permite llevar la gestión sobre las entradas de materia prima que tiene el almacén general registrando la cantidad y el proveedor al que pertenece, también se lleva el control sobre los precios de venta de mercancía que se le da a cada cliente y, por último, la gestión de los precios de venta de cada producto que tiene cada sucursal.

Módulo de trasposos (Órdenes): Este módulo permite crear ordenes de trasposos por cada sucursal durante el día, pueden hacerse varias órdenes para una misma sucursal, el cual indica el suministro de materia prima a la sucursal, el suministro de mercancía que surtirá los repartidores a cada uno de los clientes mediante las rutas establecidas, las devoluciones de cada repartidor llevando el control de que clientes y cuanta mercancía devolvieron, cada orden calcula la producción de masa y tortilla con base a la cantidad de materia prima suministrada y los costes de producto.

Módulo de ventas, gastos y mermas (Cierres): Este módulo permite crear cierres por sucursal ligando a cada cierre las órdenes pertenecientes a la sucursal, en cada cierre se controla el total de ventas que llevó a cabo por producto, los gastos generados y las mermas generadas.

La interfaz principal de acceso a las secciones de los cuatro módulos ya descritos se detalla en el Gráfico 8.

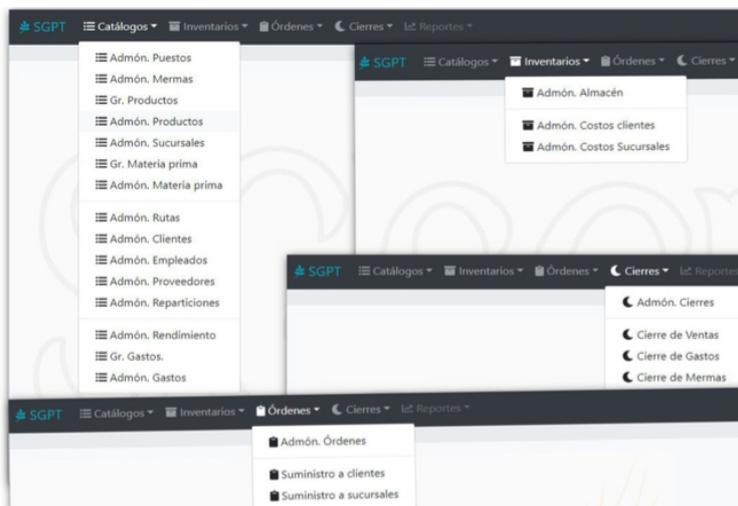


Gráfico 8. Módulos del sistema informático.

Fuente: elaboración propia.

Cada sección que forman los distintos módulos del sistema informático tienen características en comunes de usabilidad, con el fin de que sea muy intuitivo el sistema para el que es nuevo en su manejo como para el que ya tiene experiencia. Con ellos se unificaron colores, en los cuales el color verde indica cuando se puede ejercer una acción de actualización, el color rojo indica cuando puede eliminar un registro, el color azul indica que se puede agregar un nuevo registro o registros dependiendo la sección y el módulo. Cada sección y módulos son distintos, por consiguiente, varían las características y permisos de uno a otro con el fin de garantizar en todo momento la integridad de los datos. En el Gráfico 9 se muestra una parte de las interfaces de formularios, así como la muestra y paginado de los datos conforme a la sección.

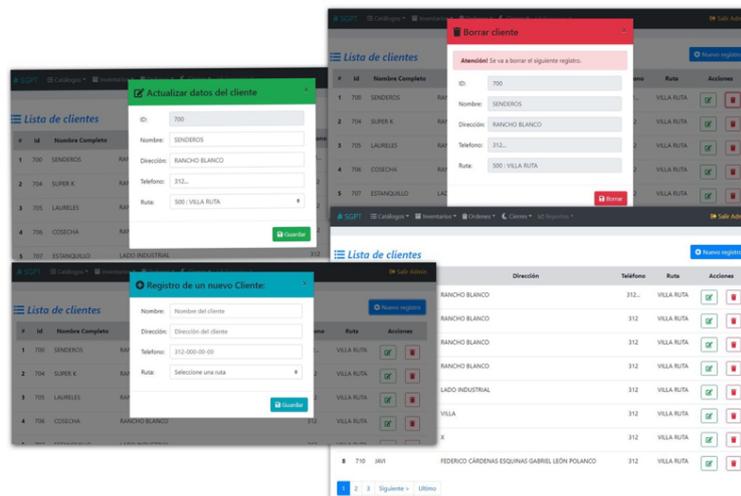


Gráfico 9. Interfaces con características comunes.
Fuente: elaboración propia.

5. SEGURIDAD, PRUEBAS Y LIBERACIÓN DEL SISTEMA

En cuanto respecta a la seguridad de la información del sistema, cuenta con lo siguiente:

- Encriptación de las credenciales de los usuarios.
- Se hace uso de sesiones cifradas para el intercambio de datos entre una página y otra.
- Tiene protección contra *Cross-site scripting (XSS)*.
- Cuenta con protección sobre *Cross-Site Request Forgery (CSRF)*.

- El sistema solo se puede acceder por el protocolo HTTPS, con ello se incrementa la seguridad de transferencia de información entre el cliente y el sistema.

En la fase de prueba nos centramos en ver si el producto satisface las expectativas, como lo señala Somerville (2005):

El proceso de pruebas del software tiene dos objetivos distintos:

- 1. Para demostrar al desarrollador y al cliente que el software satisface sus requerimientos.*
- 2. Para descubrir defectos en el software en que el comportamiento de éste es incorrecto, no deseable o no cumple su especificación.*

Con base en lo anterior, y a medida en que se fue elaborando cada sección de los módulos que integran el sistema de información, se implementaron las siguientes pruebas:

- Pruebas unitarias
- Prueba de experiencia del uso del sistema
- Pruebas de entrega
- Pruebas de rendimiento

El sistema se liberó en un *hosting* de pago, con las mismas versiones del servidor de desarrollo este hosting cuenta con acceso público bajo el protocolo seguro de transferencia de hipertexto (HTTPS) el cual tiene por objetivo que se tenga una transferencia segura de datos entre el usuario y el sistema, estando ya liberado se puede ingresar al sistema desde cualquier ubicación siempre y cuando tenga acceso a Internet y con las credenciales adecuadas.

6. RESULTADOS

Como resultado de este trabajo de investigación, se desarrolló e implantó el sistema informático, el cual está disponible en todo momento y puede ser usado desde un teléfono inteligente hasta una computadora. El Gráfico 10 muestra la página de inicio donde el usuario tiene que autenticar sus credenciales con usuario y contraseña para tener acceso.

SGP

SISTEMA DE GESTIÓN DE PRODUCCIÓN DE TORTILLA

@ tu@correo.com

Contraseña

[Olvidaste tu contraseña?](#) [Entrar al sistema](#)

Gráfico 10. Inicio del sistema informático.

Fuente: elaboración propia.

Este sistema cuenta entre sus novedades con una lista configurable de rendimientos los cuales permiten especificar y configurar el peso o cantidad de materia que tiene cada saco. Por defecto traen los valores, pero el administrador puede ir ingresando nuevos rendimientos a fin de que este sistema se adapte a las necesidades de cualquier tortillería, como se visualiza en Gráfico 11.

Id	Nombre	Saco maíz(Kg.)	Saco harina(Kg.)	Rendimiento masa(Kg.)	Deshidratación	Rendimiento tortilla M(Kg.)	Rendimiento tortilla H(Kg.)	Activo	Uso	Bloqueado	Acciones Act./Elim.
1	ACTUAL	50.00	50.00	90.00	15.00	0.85	36.00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Gráfico 11. Sección de cálculo de rendimiento.

Fuente: elaboración propia.

El sistema cuenta con gráficas, las cuales permiten saber de manera concentrada divididas en periodos mensuales y en cada una de las sucursales la producción de masa, devoluciones, reparticiones, mermas, gastos y ventas que se ha tenido a lo largo del periodo, en el Gráfico 12 y 13 muestra la producción que se ha tenido durante el periodo de producción de masa, así como el gasto que ha generado, en ese orden.



Gráfico 12. Producción de masa en el periodo.

Fuente: elaboración propia.

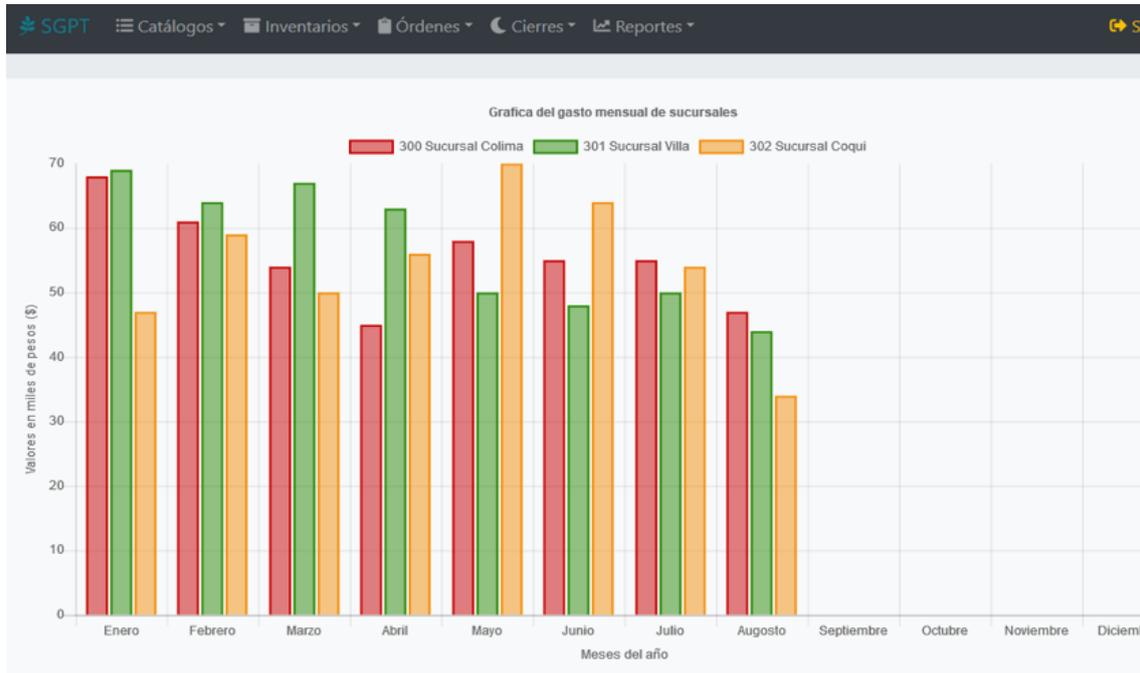


Gráfico 13. Gastos de la empresa en el periodo.

Fuente: elaboración propia.

Se hizo el análisis de costo-beneficio que tiene el Sistema de Gestión de Producción de Tortilla, los cuales se especifican en la Tabla 1 que son los siguientes:

Tabla 1. Costo-beneficio del sistema de información.

COSTOS	BENEFICIOS
<ul style="list-style-type: none"> • Gasto mensual de Internet (aprox. \$450.00 MX) • Gasto anual de alojamiento del sistema en la nube (aprox. \$800.00 MX) • Capacitación del personal (aprox. 4 horas) • Curva de aprendizaje (aprox. 5 días) • Tiempo del desarrollo del sistema (aprox. 6 meses) 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la productividad, calidad y rentabilidad • Monitorización de los inventarios. • Incremento del control de gastos, ventas, producción, mermas, reparticiones y calidad de los productos. • Ahorro de búsqueda de información • Disponibilidad de información desde cualquier lugar y momento que cuente con conexión a Internet • Información al día y reportes en tiempo real • Resguardo de la información en la nube • Se automatizaron los procesos de la empresa.

Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar la empresa tiene grandes beneficios, por un bajo costo puesto que ya se contaba con acceso a Internet, así como una computadora, única inversión que se tuvo que hacer fue la compra de un alojamiento en la nube para contener el sistema y se pueda tener movilidad puesto que el software libre por su uso no se necesita pagar ninguna licencia. La capacitación se dividió en 4 días, los cuales tuvieron una duración de 1 hora, y cada día se abordaba cada módulo que compone el sistema. El sistema se diseñó con la finalidad de reducir el tiempo de la curva de aprendizaje en el cual el usuario se familiarizó completamente con el sistema y todos sus módulos en un periodo de 5 días.

En la Tabla 2 se cuantifican las operaciones de la empresa antes y después de implementar en sistema, marcando significativamente el tiempo disponible, donde la empresa dispone de más capacidad de gestión.

Tabla 2. Operaciones antes y después.

ACCIONES	ANTES	DESPUÉS	DISPONIBLE
Registro de proveedores	2 min	1 min	1 min
Calculo de producción	3 min	1 seg	2.59 min
Tiempo de respuesta en búsqueda de un proveedor	10 min	10 seg	9.50 min
Calculo de rendimiento por ventas	10 min	5 seg	9.55 min
Generación de reportes.	20 min	5 seg	19.55 min
Cierres de caja	20 min	10 min	19.50 min
Calculo de stock en inventario.	20 min	3 seg	19.57 min

Fuente: elaboración propia.

7. CONCLUSIONES

Se puede concluir que, el desarrollo e implantación en ambiente web incrementó la productividad y competitividad de las empresas fabricantes de productos derivados del maíz, reduciendo tiempos de gestión y aumentando su capacidad de administración, satisfaciendo los objetivos planteados inicialmente para este trabajo de investigación. Así mismo, el sistema generado permite dar un seguimiento a las actividades de: control de proveedores, surtido de almacén, suministro de materia prima, elaboración de masa y tortilla, venta de producto, gastos de sucursal, repartición a clientes, control de mermas y devoluciones de mercancía involucradas en los procesos de administración, producción y distribución de los productos fabricados, representando una herramienta tecnológica

útil para la toma de decisiones que permite la mejora continua de la empresa.

El sistema generado permite dar un seguimiento a las actividades de: control de proveedores, surtido de almacén, suministro de materia prima, elaboración de masa y tortilla, venta de producto, gastos de sucursal, repartición a clientes, control de mermas y devoluciones de mercancía involucradas en los procesos de administración, producción y distribución de los productos fabricados, representando una herramienta tecnológica útil para la toma de decisiones que permite la mejora continua de la empresa.

Para continuar con esta investigación en lo futuro se recomienda adecuar este sistema para una aplicación nativa en dispositivos móviles con ambientes operativos Android o IOS.

8. REFERENCIAS

- Carrillo, M. G.** (2011). Evaluación sensorial de tortillas de maíz recién elaboradas y empacadas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(1).
- Excélsior.** (2014). Consume cada mexicano 90 kilos de tortillas al año. México D.F., México: Grupo Imagen. Recuperado de: <http://www.excelsior.com.mx/nacional/2014/09/19/982604>
- Garzas, J.** (2014). Aprende a implantar integración continua desde cero (I). Recuperado de: <http://www.javiergarzas.com/2014/09/libro-integracion-continua.html>
- Kent Beck, C. A.** (2005). *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. Boston, EE.UU.: Edit. Addison-Wesley. ISBN: 0-321-27865-8.
- Fowler, M.** (2006). Continuous Integration. Recuperado de: <https://martinfowler.com/articles/continuousIntegration.html>
- Pierre Bourque, R.E. (ed.).** (2014). *SWEBOK 3.0. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*. Nueva Jersey, EE.UU.: IEEE Computer Society.
- Pressman, R. S.** (2010). *Ingeniería en software. Un enfoque práctico*. Séptima Edición. Nueva York, EE.UU.: Edit. Mc Graw Hill. ISBN 978-607-15-0314-5.
- Secretaría de Desarrollo Rural Colima.** (2015). Plan Rector. Sistema Producto Planta de Ornato del Estado de Colima A.C.
- Somerville, I.** (2005). *Ingeniería del software*. Séptima edición. Boston, EE.UU.: Edit. Addison-Wesley. ISBN 84-7829-074-5.
- Venegas, J.T.** (2012). Catedra. Recuperado de: <http://www.redjbm.com/catedra/index.php/tecnologia/68-la-importancia-de-la-automatizacion>
- PHP.** (2017). ¿Qué es PHP? Recuperado de: <http://php.net/manual/es/intro-whatis.php>
- Entrega continua.** (2017). En Wikipedia. Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Entrega_continua
- Material requirements planning.** (2017). En Wikipedia. Recuperado de: https://en.wikipedia.org/wiki/Material_requirements_planning

