

**CONTROL DE PRODUCTIVIDAD EN OPERACIONES DE EMPAQUE MANUAL.**

Marzo, 202**RESUMEN**

En la actualidad la tecnología se desarrolla y avanza de una manera enorme, los dispositivos empleados por empresas son cada vez más versátiles. Las empresas se deben mantener actualizadas en cuanto a tecnología, generando conocimientos a la humanidad para brindar más oportunidades, herramientas y conocimientos, para así poder satisfacer las necesidades de los clientes y cubrir nuevas aplicaciones y proyectos en general. En este trabajo se presenta la metodología para diseñar, realizar, y comprobar el funcionamiento de una tarjeta electrónica programable basada en un dispositivo Raspbery PI, que gestiona el inicio de sesión de usuarios, los productos a empaquetar, pesaje en la báscula y número de básculas. Además, el sistema aprovecha la infraestructura existente en la empresa del cliente para poder hacer la adquisición de diferentes básculas conectadas mediante una misma red. Para alcanzar el objetivo del proyecto, se utilizó tecnología Raspbery PI elegido por las ventajas que presenta, como rapidez, procesamiento, coste, entre otras. Este sistema permite generar una conexión con el software CentiProd® para una completa visualización de los datos recopilados.

(Palabras clave: circuito electrónico, Raspbery PI, báscula, CentiProd®)

**SUMMARY**

Nowadays technology is developed and advance in a huge way, the devices used by companies are increasingly versatile. Companies must keep up to day with regard to technology, generating knowledge for humanity to provide more opportunities, tools and knowledge, in order to meet the needs of customers and cover new applications and projects in general. This paper presents the methodology to design, carry out, and check the operation of a programmable electronic card based on a Raspbery PI device, which manages the user login, the products to be packaged, weighing on the scale and number of scales. In addition, the system takes advantage of the existing infrastructure in the client's company to be able to acquire different scales connected through the same network. To achieve the objective of the project, Raspbery PI technology was chosen, chosen because of its advantages, such as speed, processing, cost, among others. This system allows to generate a connection with CentiProd® software for a complete visualization of the collected data.

(Key words: electronic circuit, Raspbery PI, scale, CentiProd®)

**TABLA DE CONTENIDOS**

1. INTRODUCCIÓN 6

2. ANTECEDENTES 7

3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 9

4. OBJETIVOS 9

4.1 Tipo de temas a tratar 10

4.2 Objetivo General: 12

4.3 Objetivo Particular: 12

5. METODOLOGÍA 13

5.1 Un subtítulo para describir al sujeto experimental 14

5.2 Mediciones y análisis 16

5.3 Análisis estadístico 17

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 18

6.1 Presentación de cuadros 18

6.2 Formas de citar la literatura en el texto 20

6.3 Ejemplos de citas bibliográficas 22

7. REFERENCIAS 25

8. APÉNDICE 26

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 3‑1 Ingredientes y composición química de las dietas experimentales. Ejemplo de un cuadro a. 15

Tabla 4‑1 Influencia del nivel y del tipo de lípidos en la dieta sobre la digestibilidad aparente de la materia seca y de la fibra detergente neutro en novillos. 20

Tabla 6‑1 Abreviatura de algunas revistas cientificas 28

Tabla 6‑2 Abreviaturas de empleo comun en español 28

# INTRODUCCIÓN

Un sistema embebido consiste en una estructura de computación cuyo hardware y software están específicamente diseñados y optimizados para resolver un problema concreto eficientemente. La gran aplicabilidad de los sistemas embebidos en cualquier ámbito, así como el valor añadido que aportan los mismos a los productos que los contienen, hace que el desarrollo de estos sistemas sea un área estratégica preferente para muchas empresas que buscan precisamente este aumento de su competitividad. Los avances de la era tecnológica moderna están sin duda muy altamente relacionados con el procesamiento electrónico de señales, ya que mediante esto se ha logrado estudiar señales de una forma exacta y continua, así mismo se ha logrado estudiar señales antes muy poco entendidas, extremadamente complejas o simplemente inentendibles para el ser humano. En lo anterior dicho radica la importancia de mantenerse a la vanguardia, al nivel de los nuevos avances tecnológicos, sabiendo utilizar sistemas complejos, eficientes y potentes. El sistema en el que basa el proyecto, es un Raspberry PI, es un dispositivo basado en un procesador o microprocesador que posee un conjunto de instrucciones, un hardware y un sistema operativo para aplicaciones que requieran operaciones numéricas a muy alta velocidad. Los sistemas embebidos están jugando un papel vital en nuestra sociedad, por lo que la elaboración e implementación de una plataforma con base en un Raspberry PI permitirá incrementar la perspectiva para utilizar las nuevas tecnologías en los diferentes proyectos.

# ANTECEDENTES

Los sistemas embebidos realizados con la tecnología Raspberry PI han sido ampliamente utilizados en la actualidad debido a las ventajas de trabajar con un sistema operativo en una tarjeta de costo accesible, con herramientas de desarrollo libres y disponibles en la red, así como con características técnicas lo suficientemente buenas para obtener resultados de gran calidad. Es posible encontrar tanto a nivel internacional como nacional una gran cantidad de trabajos relacionados con el uso de Raspberry PI, por ejemplo: en robótica móvil, interfaces sin mando físico, sistemas de procesamiento general de imágenes, etc.

EmulotionStation trabaja actualmente en un sistema de consola retro para recuperar el encanto en las personas que aman los videojuegos, el sistema hace uso de las ventajas de Raspberry PI para combinar el apartado de software con hardware. Uno de ellos es el desarrollador llamado Philip Burgess que combina la Raspberry Pi con una distribución Raspbian y la instalación de varios emuladores con un joystick y dos botones de máquina recreativa que permitirán conectar esta mini consola portátil a cualquier monitor o televisor vía HDMI para jugar una partida en una multitud de juegos de forma muy sencilla.

Pi3dScan es un proyecto que es especialmente ambicioso y sobre todo costoso, pero la revolución de las impresoras 3D es cada vez más patentada, y podremos usar las Raspberry Pi como un singular medio de escanear objetos en 3 dimensiones, para luego poder imprimirlos en este tipo de dispositivos. El proyecto hace uso de 40 Raspberry Pis con 40 Pi Cameras, además de 40 tarjetas SD y 1 fuente de alimentación de 60A y 5V para dar corriente a todas las Raspberry Pi. El autor explica que, en el proyecto, no son necesarias las 40 Raspberry Pi, pero si se utilizan más cámaras, el resultado del escaneo será más preciso. El tamaño del proyecto es especialmente destacable. Es posible escanear a cualquier persona, así lo demuestra el autor, y para el prototipo se necesita un armazón con una estructura de madera en el que se colocan los dispositivos Raspberry Pi con las cámaras para obtener los sorprendentes resultados finales.

OSMC es un dispositivo capaz de convertir el Raspberry PI en un servidor y reproductor de contenido multimedia, esto se ha vuelto algo tan frecuente que existen todo tipo de proyectos que refuerzan esta oferta. Hay diversas propuestas de software (OpenELEC, Xbian y OSMC son claros destacados y aprovechan toda la potencia de Kodi/XBMC), pero también hay todo tipo de guías para sacarle todo el partido a esta función. Montar un pequeño HTPC o Media Center basado en las Raspberry Pi es realmente sencillo en la red se encuentran recursos como este para conseguirlo, y podemos potenciar esa capacidad con algún que otro elemento de hardware adicional como pequeños módulos hardware para añadir salidas ópticas y S/PDIF.

Dave Akerman es un usuario que se ha hecho famoso en la comunidad de creadores de proyectos realizados con el Raspberry Pi por su particular objetivo: mandar la Raspberry Pi al espacio. Lleva haciéndolo desde 2012, y ha perfeccionado este tipo de proyecto que ahora es accesible a casi cualquier usuario con un mínimo de interés, eso sí, con una modesta cantidad de dinero para el equipamiento adicional. El resultado puede ser impresionante en todos los ámbitos, incluido, por supuesto, el educativo. A la Raspberry Pi convencional se le suma un módulo que incluye una antena GPS, una antena especial para ampliar la recepción, y una serie de baterías para mantener la Raspberry Pi alimentada el máximo tiempo posible mientras está conectadaa los globos especialmente diseñados para llevar a nuestras Raspberry Pi a las alturas. El programa RPi in The Sky se han convertido en un clásico, y hay una multitud de recursos para poner estos miniPCs en órbita. Ya existen proyectos especiales para proteger la Raspberry Pi de cara a su particular viaje espacial.

No todos los proyectos tienen como resultado un abaratamiento de costes importante respecto a soluciones comerciales, pero es que en muchos casos el objetivo no es ese, sino demostrar de lo que puede ser capaz Raspberry Pi. Es el caso de PiPhone, un proyecto de un desarrollador llamado David Hunt que unió la Raspberry Pi con una pantalla táctil de AdaFruit y un módulo GSM/GPRS que permite realizar y recibir llamadas a través del Raspberry Pi. El PiPhone no puede competir con los smartphones actuales, pero puede ser una idea interesante para experimentar con este tipo de dispositivos de comunicación sin estar sujeto a las restricciones hardware y software de los fabricantes tradicionales.

La Raspberry Pi también ha permitido servir como centro de gestión de todo tipo de sensores, y entre ellos están aquellos que pueden situarla como centro de nuestra particular estación meteorológica. La información recogida por la Raspberry Pi puede luego ser mostrada en todo tipo de dispositivos como una sencilla pantalla. El proyecto de estación meteorológica ha generado mucho interés por parte de emprendedores que ahora incluso comercializan modelos ya preparados como AirPi para actuar de esta forma y mostrar todo tipo de información: temperatura, humedad, presión del aire, niveles de luz y radiación ultravioleta, niveles de monóxido de carbono o de dióxido de nitrógeno, etc, y todo ello para luego ser compartido con nuestros dispositivos vía Internet.

Como se puede observar en los antecedentes del Raspberry PI, este ha sido ampliamente utilizado en el área de sistemas embebidos, pero es a menudo solo aplicado para pequeños proyectos. Sin embargo, observamos que los proyectos realizados lo usan por el bajo costo y excelentes características con las que cuenta este dispositivo.

# DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En una empresa de empaquetado de producto, los operadores de básculas realizan el pesaje de producto por medio de básculas que no cuentan con un sistema de gestión de usuario, dando a errores humanos al momento de reportar el producto empacado por cada operador. Además, un reporte se realizaba posteriormente a la recopilación de los datos obtenidos por los operadores de báscula. Este reporte no contempla un análisis estadístico que pudiera servir como auxiliar en el diagnóstico de errores u oportunidades de mejora en las diferentes líneas de producción dentro de la empresa de empaquetado. En otras empresas se han desarrollado sistemas y aplicaciones auxiliares para la realización de esta tarea que permite llevar a cabo de una manera semiautomática o completamente automática. Lamentablemente la implementación de estas herramientas auxiliares no siempre es posible dado los requisitos específicos de instalación. Otro aspecto importante a considerar es la nula posibilidad que tienen estas empresas de adquirir equipo sofisticado y especializado para poder desarrollar herramientas auxiliares que les ayuden a mejorar el proceso de empaquetado de producto en las líneas de producción, esto es debido a los altos costos que se tiene que invertir.

# HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

## Hipótesis

Es posible desarrollar un sistema embebido de bajo costo con un Raspberry PI que permita administrar el inicio de sesión de usuarios, gestionar los productos de empaquetado en las líneas de producción y recopilar los valores en tiempo real de pesaje en la báscula, sin necesidad de contar con equipos especializados y aprovechando la infraestructura interna de la empresa.

## Objetivo General:

Desarrollar un sistema embebido que sea capaz de administrar el inicio de sesión de usuarios, gestionar los productos de empaquetado en las líneas de producción y recopilar los valores en tiempo real de pesaje en la báscula, sin necesidad de contar con básculas de altos costos.

## Objetivo Particular:

* Establecer las necesidades para desarrollar la tarjeta PCB.
* Diseño de esquemáticos de la tarjeta PCB, incorporando la tecnología Raspberry PI en ella.
* Soldar los componentes en la tarjeta PCB.
* Comprobar el correcto funcionamiento de la tarjeta PCB.
* Programación de las funciones de la tarjeta PCB.

# METODOLOGÍA

En este capítulo se presentan los pasos implementados para la realización de este proyecto. La metodología utilizada es concentrada en el diagrama a bloques que es mostrado en la Fig. 5.1. En este diagrama se muestra de forma general la manera en la que se desarrolla el proyecto, mostrando bloques por cada una de las tareas a realizar.

Diseño de diagrama esquemático.

Selección de materiales adecuados al desarrollo.

Revisión del estado del arte de diseños esquemáticos de Raspberry PI.

Proceso de soldadura de los componentes seleccionados.

Comprobación de soldadura en los componentes y verificación de funcionamiento.

Generación de GERBER y fabricación de la tarjeta PCB.

Pruebas de depuración y funcionamiento del programa.

Programación del dispositivo Raspberry PI.

Figura 5.1: Diagrama de bloques de la metodología propuesta.

## Revisión del estado del arte para diseños con Raspberry PI.

El proyecto inició con una revisión a fondo del estado del arte de los diagramas esquemáticos de Raspberry PI, gracias a que es una tarjeta de acceso libre, los esquemáticos se encuentras como código abierto para que cualquier persona que quiera fabricar su propio prototipo, tenga acceso a toda la documentación de manera libre. De acuerdo a Raspberry, los esquemáticos tienen diferentes variaciones de acuerdo al modelo de Raspberry PI que se deseé utilizar, además de que los esquemáticos cuentan con diferentes componentes que pueden ser opcionales en muchas ocasiones, o simplemente están en funcionamiento para hacer la tarjeta de evaluación para una mejor experiencia con la tarjeta de desarrollo Raspberry PI.

Los esquemáticos fueron seleccionados por el modelo de Raspberry PI que se propuso para este proyecto, el modelo de Raspberry PI que se propuso fue el módulo computacional Raspberry PI 3+ con una memoria de eMMC de 8GB. Este módulo lo seleccionamos de por su forma industrial y seguridad que maneja a la hora de sacarlo al mercado en forma de producto de consumo. El módulo computacional de Raspberry PI 3+ (Figura 5.2) cuenta con diferentes modelos, uno de ellos, es el seleccionado por nuestra parte, el cual cuenta con memoria eMMC interna para colocar el sistema operativo dentro del Raspberry PI. La otra opción de Raspberry PI 3+ es un modelo que no cuenta con memoria eMMC y está sujeta al uso de una memoria externa, la cual para este proyecto no es tan viable por la seguridad que no se podría colocar al ser una memoria externa.



Figura 5.2 Módulo computacional Raspberry PI 3+.

Los esquemáticos sugeridos por parte de Raspberry PI se encuentran en el apéndice 1. Diagrama esquemático para el módulo computacional Raspberry PI 3+, además se encuentra la lista de componentes sugerido por Raspberry PI. Al momento de revisar la documentación oficial para el módulo computacional, se observó que tiene componentes opcionales que no le sirven al proyecto y que harían de la seguridad del dispositivo, una tarea difícil de manejar, por dicha razón se tomó la decisión de remover los componentes opcionales y dejar solo los componentes necesarios para el correcto funcionamiento de esta tarjeta.

## Selección de materiales adecuados para el proyecto.

Los materiales fueron seleccionados de acurdo a la documentación que se recopiló en el sitio oficial de Raspberry PI. La lista de componentes que fueron necesarios para este proyecto se encuentra en el apéndice 2. Lista de componentes de la tarjeta PCB. Algunos componentes fueron retirados y otros agregados al diseño.

## Diseño de diagrama esquemático.

El nuevo diagrama esquemático se realizó en el programa de desarrollo de esquemáticos EAGLE, este programa fue seleccionado por su fácil uso y manejo de herramientas con las que cuenta el software en cuestión. El dispositivo a diseñar lleva una serie de salidas que van a ser de uso específico para la activación de torretas de luz de cada báscula conectada a este sistema, además de contar con un display de información para el usuario y también cuenta con un keypad de interacción al dispositivo.

Al dispositivo se le colocó además, un componente de comunicación por ethernet, el WIZ850io (Figura 5.3), es un componente esencial para la comunicación con las basculas, de acuerdo a la hoja de datos del dispositivo de comunicación, el componente funciona por medio de comunicación SPI con Raspberry PI en alguno de sus puertos.



Figura 5.3 Módulo computacional Raspberry PI 3+.

El diseño esquemático de la tarjeta PCB se encuentra en el apéndice 3. Diagrama esquemático de la tarjeta PCB. Este diseño cuenta con todos los componentes y especificaciones del proyecto, los diagramas se conforman por cinco hojas, las cuales se dividen por alimentación, comunicación, Raspberry PI y salidas.

## Generación de archivos GERBER y fabricación de la tarjeta PCB.

Para esta parte del proyecto se tuvieron que generar los archivos GERBER, estos archivos son un tipo especial que contiene la información necesaria para la fabricación de la placa de circuito impreso. Estos archivos se pueden crear con distintos programas de diseño electrónico, en este caso contamos con el software EAGLE, este software crea de forma automática los archivos para la fabricación de la tarjeta PBC.

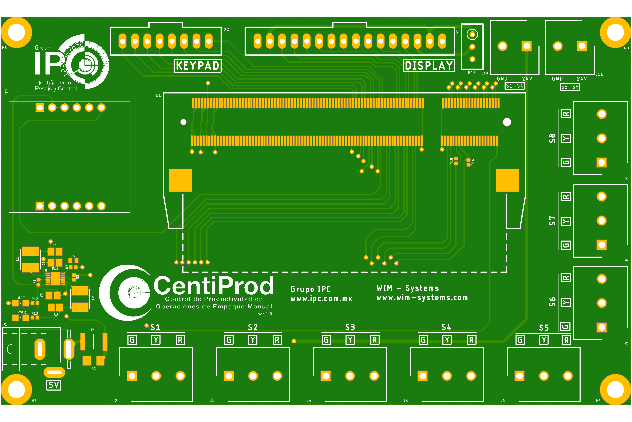
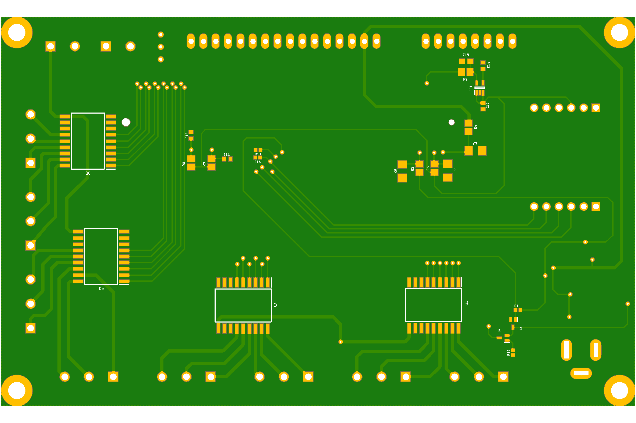


Figura 5.4 Tarjeta diseñada para el proyecto.

La Figura 5.4 muestra el diseño final de la tarjeta del proyecto

Los archivos GERBER se exportaron en la página de fabricación de PBC [www.jlcpcb.com](http://www.jlcpcb.com) para manufacturar el diseño creado.

## Proceso de soldadura de la tarjeta PCB.

Una vez que adquirimos los componentes del dispositivo y las tarjetas PCB, se prosiguió a soldar los componentes de forma manual con un cautin de punta fina, el proceso fue tardado por la cantidad de componentes que eran, además de que eran componentes de montaje superficial de un tamaño muy pequeño.

MwWebAppsGuestR2019a

l

Es recomendable empezar describiendo al sujeto experimental empleado, indicando todas sus características fundamentales, tales como raza, sexo, edad, estado fisiológico, etcétera (no necesariamente en ese orden). Enseguida se describirá dónde y cómo se alojaron los sujetos, el manejo que recibieron y cualquier otra característica que permita al lector entender cómo se realizó el trabajo. Mediante esta descripción se aclarará cuál es la unidad experimental del trabajo. También se puede hacer uso de cuadros para describir a los sujetos experimentales, si así lo desea el investigador.

En investigaciones de áreas sociales y humanísticas, también es importante describir el “sujeto experimental”. Por ejemplo, si se está haciendo un estudio sobre las condiciones de vida en el Siglo XV en la Nueva España, habrá que definir detalles sobre qué aspectos de las condiciones de vida, y cómo se van a detectar a través de la revisión de los textos encontrados en las misiones de la región sur del país (todo lo anterior probablemente no tenga sentido puesto que no es el área del conocimiento del autor de esta guía). Cuando se trata de estudios en los que se harán entrevistas y se aplicarán cuestionarios, es importante describir los reactores y por qué se escogieron, así como la forma en que serán sistematizados y analizados.

Si se trata de experimentos con microorganismos, y se emplean grandes cantidades de cepas o de mutantes, es conveniente agruparlas mediante cuadros, en las cuales se identifiquen sus características. El sujeto o la unidad experimental variará según el área del conocimiento del investigador. En los trabajos del área de ciencias sociales y de humanidades, esta descripción se hará conforme al tipo de estudio que se trate.

En el caso de la descripción de las raciones empleadas, también favorece al lector el que se presenten los ingredientes de manera tabular y además se le facilitará al investigador explicar lo que contenían cada una de las dietas experimentales.

Cuando se utilicen repetidamente algunos términos a través de todo el texto, éstos podrán abreviarse siempre y cuando sean descritos en el momento en el que se mencionen por primera vez en el texto. Existen algunas abreviaciones que ya han sido aceptadas de manera universal y no necesitan ser descritas. Cualquier otra abreviación se debe describir. Es recomendable evitar, en lo posible, las abreviaciones. En ocasiones se presenta un listado de abreviaciones antes de la “Introducción”.

## Mediciones y análisis

Se debe ser preciso. Si la reacción de una mezcla fue calentada, dar la temperatura; si el alimento se molió, decir a qué tamaño; si se emplearon substancias químicas como parte de los tratamientos, indicar a qué dosis y la vía de administración; concretamente, proporcionar los detalles pertinentes de manera precisa (Day, 1979).

Al describir los análisis químicos que se realizaron, no es necesario detallar todo el procedimiento, bastará con indicar el método empleado y la referencia de donde se siguió. Si el método fue modificado por alguna razón, entonces sí se deberá de describir el método indicando el tipo de cambios o adaptaciones que se le hicieron. Sin embargo, cuando existen varios métodos descritos para realizar el mismo análisis, entonces se sugiere que se identifique el método brevemente, como por ejemplo: “las células se lisaron por medio de tratamiento ultrasónico de acuerdo a lo descrito anteriormente por Sing et al. (1988)” y no diciendo “las células fueron lisadas de acuerdo a lo descrito anteriormente (Sing et al., 1988). En este ejemplo la primera opción es la más apropiada y deja al lector con el conocimiento de cómo se manejaron las células sin tener que ir a buscar la referencia él mismo (Day, 1979).

De la misma manera, existe metodología que ya se ha estandarizado para cierto tipo de trabajos experimentales, la cual ha sido descrita claramente por otros autores por lo que tampoco es necesario su descripción en detalle y bastará con hacer la cita correspondiente. Ejemplo, en el área de nutrición, una prueba de digestibilidad *in vivo* por el método de colección total es conocida por la mayoría de los nutricionistas y por lo mismo no es necesario describirla, bastará con citar a los autores de donde se va a seguir el procedimiento. En el área de reproducción, si se van a inseminar animales, o serán sincronizados, bastará indicar que se realizará por el método de inseminación artificial o de sincronización de estro de tal autor, haciendo la cita correspondiente.

Si el método es nuevo y no ha sido publicado, entonces se presentará todo el detalle posible.

## Análisis estadístico

En la mayoría de los trabajos de investigación o experimentación, es necesario realizar un análisis estadístico de la información obtenida, pero la discusión será de los resultados y no de los análisis o modelos estadísticos en sí. Generalmente, una descripción muy extensa del método estadístico empleado es indicativo de que el autor probablemente acaba de adquirir ese conocimiento él mismo, y cree que sus lectores necesitan el mismo tipo de aclaraciones (Day, 1979). Los métodos estadísticos ordinarios o más comunes, deben ser descritos brevemente y sin comentarios adicionales, pero en el caso de que se empleen métodos más complejos, avanzados o poco usuales, entonces requiere hacerse cita bibliográfica correspondiente.

En resumen, solamente existe una regla para escribir de manera adecuada el capítulo de Metodología: proporcionar suficiente información para que la investigación pueda ser reproducida por un colega competente.

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo lo más importante es hacer una descripción corta de los resultados, haciendo uso de cuadros donde se agrupe la información obtenida.

La descripción de los resultados debe ser corta sin tratar de adornarla mucho, refiriéndose solamente a los datos descritos en los cuadros que se presenten; muchas veces un cuadro basta para dar toda la información, pero en ocasiones la descripción verbal de los datos numéricos ayuda a orientar hacia la importancia del hallazgo.

Como lo expresa Flores-Crespo (1993), “los resultados deben ser breves y claros, no deben ser redundantes”. Ejemplo: “En el Cuadro 1 se puede observar con toda claridad, como la tasa de infección por Fasciolasis fue mayor en la especie ovina que en la especie bovina”; versus: “La tasa de infección por Fasciolasis fue mayor en ovinos que en bovinos (Cuadro 1)”.

## Presentación de cuadros

En la preparación de cuadros y de figuras para presentar los resultados, hay que tener en mente que tanto los cuadros como las figuras contengan suficiente información como para que el lector no necesite recurrir al texto para entenderlos, o sea que deben describirse por sí solos. Es conveniente que los cuadros aparezcan en la página siguiente a la que se mencionaron, lo cual facilitará al lector seguir la descripción verbal de los datos. En el apéndice de esta guía, se presentan algunos ejemplos de cuadros y figuras de artículos del Journal of Animal Science. Los cuadros y las figuras se pueden diseñar conforme a las preferencias del autor, pero es importante que el título correspondiente se coloque según se indica en los ejemplos presentados. La numeración de los cuadros, así como de las figuras, se puede hacer empleando el número del capítulo seguido por el número del cuadro. Por ejemplo, el primer cuadro de esta sección sería el Cuadro 4.1, y por lo tanto podría haber un Cuadro 3.1 que correspondería a la sección de Metodología. Si el autor, o su director de tesis, lo prefieren, la numeración puede hacerse de manera consecutiva desde el primer cuadro que se presente. Las palabras Figura y Cuadro se escriben con mayúsculas (Figura 4.1 y Cuadro 4.1, respectivamente).

Es importante contemplar la descripción tanto de resultados positivos como de los negativos, y siempre indicar el nivel de significancia a la cual se encontraron (o no) diferencias entre los tratamientos. En este capítulo los tiempos verbales pueden entre el presente y el pasado (Flores-Crespo, 1993).

En el caso de artículos que son recopilación de literatura, este capítulo no se incluye, solamente se presentará la discusión por separado.

Al ir describiendo los resultados, es conveniente mencionar la forma en que los datos obtenidos se comparan con los de otros autores, si están de acuerdo o no con ellos y el por qué se piensa que fueron diferentes. Simultáneamente es conveniente ir relacionando e integrando los hallazgos con los aspectos biológicos correspondientes y de esta manera enriquecer el conocimiento con el aporte de nuevos conceptos que se originen del trabajo de investigación realizado.

La riqueza de un trabajo de investigación la proporcionan los datos numéricos y la discusión de los mismos. La discusión es lo nuevo que sobre el tema aportará el trabajo; es aquí donde el autor presentará sus teorías sobre el por qué de sus resultados, y podrá especular sobre los mecanismos biológicos que se desencadenaron e intervinieron para que su hipótesis fuera aceptada o rechazada. Toda la discusión se basa en el grado de conocimiento del autor sobre el tema central del trabajo y sobre los temas relacionados con el mismo. En este capítulo se pueden hacer ciertas conclusiones. Aunque en algunos temas es difícil concluir, siempre puede hacerse alguna propuesta a manera de conclusión.

Tabla 4‑1 Influencia del nivel y del tipo de lípidos en la dieta sobre la digestibilidad aparente de la materia seca y de la fibra detergente neutro en novillos.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Tratamientosa | | | | |
| Parámetro | CN | CP | MB | MA | EE |
| Materia seca, % | 55.3 | 55.9 | 56.4 | 57.5 | 1.2 |
| Fibra detergente neutro, % | 52.5 | 57.1 | 53.8 | 60.4 | 3.5 |

a CN = control negativo, CP = control positivo, MB = Megalac bajo,MA = Megalac alto. EE = error estándar

Un trabajo experimental excelente en todos los aspectos metodológicos sin una buena discusión no aporta nada nuevo al conocimiento científico.

## Formas de citar la literatura en el texto

A continuación se describen algunas formas para citar la literatura en el texto, así como la forma en que se presentarán las Referencias (también llamada "Literatura Citada").

Conforme a lo que propone Day (1979), al escribir la sección de referencias o de literatura citada se deben seguir dos reglas:

**Primera:** Incluir solamente las referencias publicadas más relevantes. Se debe evitar citar material no publicado en prensa, resúmenes, tesis, comunicaciones personales, y cualquier otro tipo de material de tipo secundario; si este tipo de referencias es absolutamente indispensable para la claridad del texto, entonces se puede poner entre paréntesis o como un pie de página en el texto.

**Segunda:** Revisar todas las partes de cada una de las referencias contra la publicación original antes de presentar el manuscrito, y revisar que todas las referencias que se presenten en esta sección aparezcan en el texto y que todas las citas dentro del texto aparezcan en la literatura citada, de otra manera las omisiones o inconsistencias serán indicativos del poco cuidado que el experimentador tiene y si no es cuidadoso en este tipo de detalles, entonces se puede poner en duda el cuidado que tuvo para realizar su trabajo experimental.

Como se mencionó al inicio del presente documento, se ha escogido adoptar el sistema de citas del Journal of Animal Science. Este sistema es igual al establecido por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IIE) de Costa Rica, excepto que en éste último el año lo colocan al final de la cita. A continuación se transcriben las indicaciones traducidas del inglés, así como los ejemplos presentados en el Journal of Animal Science Style and Form (1991), que servirán como una guía para citar diferentes tipos de publicaciones:

Las citas se deben listar en estricto orden alfabético por autor. Si varios de los autores son idénticos para dos o más citas, el orden cronológico debe dictar el orden de la cita. Cuando más de un artículo de un determinado año se presenta con los mismos autores y con el mismo orden en cada artículo, y a la fecha se le coloca una letra (ej.: 1983a). Solamente la primera palabra y los nombres propios en los títulos de los artículos se inician con mayúsculas.

Cuando se cita un libro completo, no se deben presentar los números de las páginas. Cuando la referencia es una sección o un capítulo de un libro, solamente se indica el número de la primera página. Para los artículos de revistas periódicas (journals) solamente se debe indicar la página en la que inicia el artículo. Si las páginas de la revista citada se enumeran solo para cada fascículo y no de manera consecutiva dentro del volumen completo, entonces se deben incluir después del número del volumen y entre paréntesis el número del fascículo (o mes), el número del suplemento, o la sección. No se coloca ninguna coma después del nombre o la abreviación de la revista citada.

Los nombres de las revistas científicas tienen su propia abreviatura, la cual es publicada anualmente por BIOSIS (2100 Arch Street, Philadelphia, PA 19103-1399). En el Apéndice de esta guía se presenta un listado de las abreviaciones de algunas de las publicaciones periódicas más frecuentes. Cuando se usa la abreviatura de alguna revista, se coloca un punto después de cada palabra abreviada. Si se trata de un resumen en inglés, se deberá indicar con la abreviatura “(Abstr.)”. Las citas de trabajos no publicados no se presentan en la Literatura Citada, solamente se indican entre paréntesis en el texto. Los artículos que no están publicados pero que están en prensa, o que apenas han sido sometidos para su publicación no pueden ser citados ni aparecerán en la Literatura Citada. Solamente se pueden citar aquellas publicaciones que ya han sido aceptadas para su publicación por el Editor en Jefe de la revista como “(en prensa)” después del título de la revista.

## Ejemplos de citas bibliográficas

Andersen, B. B., and H. R. Andersen. 1974. Genotype-environment interaction for beef production traits in dual purpose cattle breeds. Acta Agric. Scand. 24:335-340.

Andersen, H. R. 1975. The influence of slaughter weight and level of feeding on growth rate, feed conversion an carcass composition of bulls. Livest. Prod. Sci. 2.341-348.

Anderson, G. B. 1986. Identification of sex in mammalian embryos. In: J. W. Evans and A. Hollaender (Ed.). Genetic Engineering of Animals: An Agricultural Perspective. Proc. Symp. Genetic Engineering of Animals, September 9-12, 1985, Univ. of California, Davis. Plenum Press, New York.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis (15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.

Baker, D.H. 1977. Amino acid nutrition of the chick. In:H. H. Draper (Ed.) Advances in Nutrition Research. p 299. Plenum Press, New York.

Cleale, R.M., IV, R.A. Britton, T. J. Klopfenstein, M. L. Bauer, D.L. Harmon, and L. D. Satterlee. 1987a. Induced non-enzymatic browning of soybean meal. II. Ruminal escape and net portal absorption of soybean protein treated with xylose. J. Anim. Sci. 65:1319-1325.

Cleale, R. M., IV, T. J. Klopfenstein, R. A. Britton, L. D. Satterlee, and S. R. Lowry. 1978b. Induced non-enzymatic browning of soybean meal. I. Effects of factors controlling non-enzymatic browning on *in vitro* ammonia release. J. Anim. Sci. 65:1312-1316.

Consortium. 1988. Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Agricultural Research and Teaching. Consortium for Developing a Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Agricultural Research and Teaching, Campaign, IL.

Goering, H. K., and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). Agric. Handook 379. ARS, USDA, Washington, D.C.

Gunsentt, F. C. 1987. Allocation of individuals within each sex to a testing program. J. Anim. Sci. 65 (Suppl. 1):196 (Abstr.).

Harvey, W. R. 1977. Users guide for LSML76, mixed model least squares and maximum likelihood computer program. Ohio State Univ., Columbus (Mimeo).

Houpt, K. A. 1982. Gastrointestinal factors in hunger and satiety. Neurosci. Biobehav. Rev. 6:145-148.

Houpt, T. R. 1959. Utilization of blood urea in ruminants. Am. J. Physiol. 197:115.

Hulet, C. V. 1976. Effect of breed on lamb production in anestrous ewes. J. Anim. Sci. 43:290 (Abstr).

Jenkins, T. G. 1977. Characterization of body components from serially slaughtered bulls produced in a five breed diallel. Ph.D. Dissertation. Texas A&M Univ., College Station.

Leng, R. A. 1976. Factors influencing net protein production by the rumen microbiota. In: T. M. Sutherland, J. R. McWilliam, and R. A. Leng (Ed.) Reviews in Rural Science. No. II p 85. Univ. of New England, Armidale, New South Wales. Australia.

Meyer, K., K. Hammond, M. J. Mackinnon, and P. F. Parnell. 1991. Estimates of covariances between reproduction and growth in Australian beef cattle. J. Anim. Sci. (In press).

NRC. 1988. Nutrient Requirements of Swine (9th Ed.). National Academy Press, Washington, D.C.

Rust, R. E., and D. G. Topel, 1969. Standards for Pork Color, Firmness and Marbling. Coop. Ext. Serv. Publ. No. PM-452. Iowa State Univ. , Ames.

SAS. 1982. SAS User’s Guide: Statistics. SAS Inst., Inc., Cary, NC.

SAS. 1988. SAS/STAT, User’s Guide (Release 6.03). SAS Inst., Inc., Cary, NC.

Sellier, P. 1987. Crossbreeding and meat quality in pigs. Anim. Breed. Abstr. 55:626.

Sigma Chemical Co. 1974. The colorimetric determination of phosphatase. Tech. Bull. No. 104 (Rev. Ed.). St. Luis, MO.

Steel, R.G.D., and J. H. Torrie, 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach (2nd Ed.). McGraw-Hill Book Co., New York.

Steele, N.C., J.P. McMurtry, and R. W. Rosebrough. 1985. Endocrine adaptation of periparturient swine to alteration of dietary energy source. J. Anim. Sci. 60:1260-1269.

Varga, G. A., and H. F. Tyrell. 1989. Effect of prior rate of gain and end weight on energy metabolism, visceral organ mass and body composition of Angus x Hereford steers. In: Energy Metabolism of Farm Animals. EAAP Publ. No. 43. p 287 Pudoc, Wageningen, Netherlands.

# REFERENCIAS

Day, R. A. 1979. How to write and publish a scientific paper, ISI Press, Philadelphia, PA.

Flores-Crespo, R. 1993. Fundamentos para la redacción de proyectos de investigación y artículos científicos. INIFAP, SARH. México, D. F.

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1972. Redacción de referencias bibliográficas; normas oficiales del IICA. Centro Interamericano de Documentación e Información Agrícola (2da. Ed.). Turrialba, Costa Rica. 37 p.

# APÉNDICE

En esta sección se puede incluir toda la información que se obtuvo a través del trabajo experimental que no es necesario que se presente ya sea en el capítulo de metodología o en el de resultados, pero que al presentarse como apéndice puede ayudar a otros investigadores a realizar otro tipo de análisis o para aclarar dudas en cuanto a la realización de alguna parte del trabajo. Si se emplean cuadros, éstos seguirán el formato que se emplee en los capítulos de metodología o de resultados. Algunas veces cuando se trata de trabajos de tesis, en esta sección el investigador incluye algunos ejemplos de cómo realizó algunos cálculos y que le podrán ser de utilidad en el futuro como referencia.

En este apéndice se presentarán algunas de las abreviaturas más comunes de revistas científicas (Tabla 6‑1) así como otras abreviaturas de uso frecuente en Español (Tabla 6‑2).

Tabla 6‑1 Abreviatura de algunas revistas cientificas

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Acta Agric. Scand.  Acta Endocrinol.  Adv. Appl. Microbiol.  Adv. Carbohydr. Chem. Biochem.  Adv. Genet.  Adv. Lipid Res.  Adv. Protein Chem.  Agric. Eng.  Agron. J.  Am. J. Anat.  Am. J. Clin. Nutr.  Am. J. Clin. Pathol.  Am. J. Hum. Genet.  Am. J. Obstet. Gynecol.  Am. J. Pathol.  Am. J. Physiol  Am. J. Vet. Res.  Anal. Biochem.  Anal. Chem.  Anim. Behav.  Anim. Breed. Abstr.  Anim. Feed Sci. Technol.  Anim. Prod.  Ann. Hum. Genet.  Annu. Rev. Biochem.  Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol  Annu. Rev. Physiol.  Antibiot. Chemother. (Basel)  Antibiot. Chemother. (Washington, DC)  Appl. Environ. Microbiol.  Appl. Microbiol.  Arch. Biochem. Biophys.  Aust. J. Agric. Res.  Aust. J. Biol. Sci.  Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.  Biochem. J.  Biochemistry  Biochim. Biophys. Acta  Biol. Reprod.  Biometrics  Biometrika  Blood  Br. J. Nutr.  Br. Vet. J. | Can. J. Anim. Sci.  Can. J. Res. Sect. D Zool. Sci  Cell  Cereal Chem  Clin. Toxicol.  Comp. Biochem. Physiol.  Domest. Anim. Endocrinol.  Endocrinology  Eur. Assoc. Anim. Prod. Publ.  Fed. Proc.  Feedstuffs.  Fertil. Steril.  Feed Res.  Food Technol.  Gastroenterology  Genetics  Growth  Gut  Horm. Behav.  Immunology  Infect. Immun.  Ir. J. Agric. Res.  J. Agric. Food Chem.  J. Agric. Sci  J. Am. Oil Chem. Soc.  J. Am. Vet. Med. Assoc.  J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.  J. Anim. Sci.  J. Assoc. Off. Anal. Chem.  J. Br. Grassl. Soc.  J. Clin. Endocrinol & Metab.  J. Dairy Sci.  J. Food Compos. Anal.  J. Gen. Physiol.  J. Hered.  J. Nutr.  J. Nutr. Biochem.  J. Physiol (Lond.)  J. Physiol. (Paris)  J. Range Manage.  J. Reprod. Fertil  J. Sci. Food. Agric.  Journ. Rech. Porcine Fr.  Lab. Anim. | Lipids  Livest. Prod. Sci.  Meat Sci.  Metabolism  Methods Enzymol  Mol. Cell Endocrinol.  N. Engl. J. Med.  N.Z. J. Agric. Res.  Nature (Lond)  Nature (Paris)  Neth. J. Agric. Res.  Neuroendocrinology  Nutr. Abstr. Rev.  Nutr. Metab.  Nutr. Rep. Int.  Nutr. Res.  Obstet. Gynecol.  Pharmacol. Rev.  Physiol. Rev.  Pig News Info  Poult. Sci  Proc. N.Z. Grassl. Assoc.  Proc. Nutr. Soc.  Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.  Proc. Soc. Exp. Biol. Med.  Q.J. Exp. Physiol.  Recent Prog. Horm. Res.  Residue Rev.  S. Afr. J. Anim. Sci.  Sci. Agric.  Science (Washington, DC)  Steroids  Theor. Appl Genet.  Theriogenology  Toxicol. Appl. Pharmacol.  Trans. Am. Soc. Agric. Eng.  Vet. Rec.  Vet. Res. Commun.  Vitam. Horm  World Anim. Rev.  Z. Tierz. Zuechtungsbiol.  Zentralbl. Veterinaermed. Reihe A  Veterinaermed. Reihe A |

Tabla 6‑2 Abreviaturas de empleo comun en español

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| A | Amperio | etc. | etcétera |
| Á | Angström | EV | electronvoltio |
| a. C. | antes de Cristo | Estr. | estratigrafía |
| a.l. | años luz | F | faradio |
| Ac. | Acústica | °F | grado Fahrenheit |
| Aeron. | Aeronáutica | f.c.e.m. | fuerza contra-electromotriz |
| Agr. | Agricultura | f.e.m. | fuerza electromotriz |
| Álg. | Álgebra | Farmacol. | farmacología |
| An.mat | análisis matemático | fig. | figura |
| Anat. | Anatomía | Fís. gral. | física general |
| Anat.comp. | Anatomía comparada | Fisiol. | fisiología |
| Antr. | antropología | Fisiol. an. | fisiología animal |
| Arit. | aritmética | Fisiol.gral. | fisiología general |
| Arm. | armamento | Fisiol. veg. | fisiología vegetal |
| Arq. | arquitectura | Fitosoc. | fitosociología |
| Art.gr. | artes gráficas | Fot. | fotografía |
| Art. y of. | artes y oficios | G | gramo |
| Astr. | astronomía | Genét. | genética |
| Astron. | astronáutica | Geod. | geodinámica |
| Atm. | atmósfera | Geof. | geofísica |
| Atom. | atomística | Geogr. | geografía |
| Biol. gral. | biología general | Geol.gral. | geología general |
| Bioq. | bioquímica | Geol.hist. | geología histórica |
| Bot.des. | botánica descriptiva | Geom. | geometría |
| Bot. sist. | botánica sistemática | Geoq. | geoquímica |
| Brom. | bromatología | GeV | gigaelectronvoltio |
| C | centígrado (s) | CHz | gigahertz |
| oC | grado centígrado | H | hora |
| c.a. | corriente alterna | Ha | hectárea |
| cal | caloría | Ha | hectárea (s) |
| Cal | kilocaloría | Hb | hemoglobina |
| c.d.g. | centro de gravedad | Histol.an. | histología animal |
| cg | centigramo | Histol.veg. | histología vegetal |
| Cin. | cinematografía | HP | caballo de fuerza |
| Cir. | cirugía | Hz | hertz |
| Citol. | citología | Ind. | industria |
| cl | centilitro | Ind. alim. | industria alimentaria |
| cm | centímetro | Ing. gral. | ingeniería general |
| Const. | construcción | J | joule (s) |
| Crist. | cristalografía | oK | grado Kelvin |
| d. C. | desdués de Cristo | Kcal | kilocaloría |
| d.d.p. | Diferencia de potencial | KeV | kiloelectronvoltio |
| Diag. | Diagnóstico | kg. | kilogramo |
| Dib. | Dibujo | KHz | kilohertz |
| E. | Este | Km | kilómetro |
| Ecol. | Ecología | km2 | kilómetro cuadrado |
| Edaf. | Edafología | km3 | kilómetro cúbico |
| Electrón. | Electrónica | Kp | kilopondio |
| Electrot. | Electrotecnia | Kpm | kilopondímetro |
| Embriol. | Embriología | Kw | kilowatio |
| Entom. | entomología | Kwh | kilowatio hora |
| Est. | estadística | L | litro |
| lat. | latitud | Pat. | patología |
| Ln | logaritmo neperiano | Pat. veg. | patología vegetal |
| log | logaritmo base 10 | Petr. | petrografía |
| loga | logaritmo base a | Petroq. | petroquímica |
| mw | miliwatio | Ppm | partes por millón |
| Mw | megawatio | Protoz. | protozoología |
| m | Milimicra | Psic. | psicología |
| N. | Norte | Psiq. | psiquiatría |
| n.a. | Número atómico | Qm | quintal métrico |
| NE. | Nordeste | Quím.an. | química analítica |
| ng | nanogramo (s) | Quím.apl. | química aplicada |
| m | metro | Quím.fís. | química física |
| m2 | metro cuadrado | Quím.gral. | química general |
| m3 | metro cúbico | Quím.inorg. | química inorgánica |
| MA | megaamperio | Quím.org. | química orgánica |
| Mar. | marina | r.p.m. | revoluciones por minuto |
| Mastoz. | mastozoología | r.p.s. | revoluciones por segundo |
| mb | milibar | S. | Sur |
| Mcal | megacaloría (s) | SE. | Sudeste |
| Mec. | mecánica | Seg | segundo |
| Mec.apl. | mecánica aplicada | SO. | Sudoeste |
| Met. | metalurgia | Tecnol. | tecnología |
| Meteor. | meteorología | Tect. | tectónica |
| Metrol. | metrología | Terap. | terapéutica |
| MeV | megaelectrovoltio | Termol. | termología |
| mg | miligramo | Tm | tonelada métrica |
| MHz | megahertz | TND | total de nutrientes digestibles |
| Microb. | microbiología | Top. | topografía y geodesia |
| min. | minuto | Torr | torricelli (mmHg) |
| Min. | minería | Trig. | trigonometría |
| MJ | megajoule (s) | UI | unidades internacionales |
| ml | mililitro (s) | V | voltio |
| mm | milímetro | Vet. | veterinaria |
| Morf.veg. | morfología vegetal | vol. | volumen |
| msnm | metros sobre el nivel del mar | Vs | versus |
| mV | milivoltio | W | watio |
| MV | megavoltio | Zool.gral. | zoología general |
| n.m. | número de masa |  | micra |
| NO. | Noroeste | g | microgramo (s) |
| Un | nanomicra | m | micrómetro (s) (micras(s)) |
| O. | Oeste | l | microlitro (s) |
| Ocean. | oceanografía |  | ohmio |
| Ópt. | óptica | o ‘ ‘’ , , | grados, minutos y segundos de arco |
| p | página | % | tanto por ciento |
| pp | páginas | 0/00 | tanto por mil |
| p.a. | peso atómico |  | véase |
| p.e. | peso específico |  |  |
| p.eb. | punto de ebullición |  |  |
| p. ej. | por ejemplo |  |  |
| p.f. | punto de fusión |  |  |
| p.mol. | peso molecular |  |  |
| Paleont. | paleontología |  |  |
| Parasit. | parasitología |  |  |