

CAPÍTULO XII

# Prototipo electrónico para incubación de aves criollas en San Jacinto del Búa, Ecuador

Víctor Hugo Narváez Vega  
Instituto Superior Tecnológico Tsachila  
victornarvaez@tsachila.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0001-6810-5827>

Genner Iván Pisco Zambrano  
Instituto Superior Tecnológico Tsachila  
gennerpiscozambrano@tsachila.edu.ec

## Introducción

Hoy en día, la tecnología permite cambiar la genética en la producción agropecuaria, basada en principios propios de la *revolución verde*, que nacieron en la década de los cuarenta con la meta de producir más, mediante el uso de alta tecnología (Ceccón, 2008). Para los años noventa la nueva revolución verde hace uso de la biotecnología y tiene como objetivo principal la creación de organismos modificados genéticamente (OGM) conocidos como transgénicos. Es así que el uso de variedades vegetales que, aunque se obtengan resultados satisfactorios en cuanto a productividad, requieren insumos externos como fertilizantes y agroquímicos; la cría de razas mejoradas que basan su alimentación en granos y la utilización de grandes cantidades de hormonas. Dichas actividades conllevan a un

incremento en los costos de inversión del productor, a pesar de que, para muchas industrias esto es beneficioso porque pueden generar dinero con mayor rapidez y mantener un proceso exacto en peso y precio del producto, por los suplementos alimenticios que se usan para la crianza de aves de corral. No obstante, esta situación afecta a pequeños productores a nivel interno y externo (Cecon, 2008).

La Constitución Política del Ecuador (2008), establece que: “Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales” (art. 3).

Según el Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 “Toda una Vida” (Senplades, 2017) menciona en el Eje 1: Derechos para todos durante toda la vida, lo siguiente:

Combatir la malnutrición, erradicar la desnutrición y promover hábitos y prácticas de vida saludable, generando mecanismos de corresponsabilidad entre todos los niveles de gobierno, la ciudadanía, el sector privado y los actores de la economía popular y solidaria, en el marco de la seguridad y soberanía alimentaria. Dentro del objetivo 3.7 incentivar la producción y consumo ambientalmente responsable, con base en los principios de la economía circular y bio-economía, fomentando el reciclaje y combatiendo la obsolescencia programada. (Meta 1.3)

La prevalencia de desnutrición crónica en la zona rural ecuatoriana supera a la zona urbana. En la Sierra-rural 43,6 %, mientras que en la Amazonía-rural 37,7 %; y en la Costa-rural es de 25,4 % (Calero y Molina, 2010). Se reconoce que la inseguridad alimentaria en el Ecuador —generalmente— se presenta por un problema en la demanda efectiva de los hogares de bajos ingresos, pero no por un déficit de la oferta alimentaria nacional.

Por otra parte, se determinó que las principales limitaciones que debe afrontar la comunidad en Pataló Alto para acceder a ali-

mentos adecuados radican en la falta de oportunidades y los ingresos económicos insuficientes para cubrir y satisfacer una ingesta nutricional diversa y balanceada (Mena, 2016).

En el trabajo de investigación *Determinación de la relación entre la seguridad alimentaria y la economía/agricultura familiar en la zona rural del cantón Santo Domingo de los Colorados en Ecuador*, realizado por Barragán *et al.* (2017) refieren que la problemática de la seguridad alimentaria en Ecuador ha sido escasamente estudiada, además la evidencia empírica e información encontrada puede facilitar políticas de apoyo social y generar un impacto en la seguridad alimentaria y nutricional. Por medio de un estudio descriptivo correlacional de corte transversal se encuestaron a 364 habitantes de las siete parroquias rurales de la provincia de los Tsáchilas donde se obtuvieron los siguientes resultados que permiten el diagnóstico y la justificación del prototipo electrónico que se construyó:

- Más de la mitad de la población hace las compras de los alimentos para el hogar en el mercado popular y el 30 % en la tienda del pueblo.
- Un 65,1 % (237 encuestados) refirió criar algún tipo de animal; en un porcentaje mayor se registra la crianza de aves (69,2 %). La crianza de aves de traspatio es una actividad importante en las comunidades rurales de países en vías de desarrollo (FAO, 2013). Alrededor del 80 % de las familias de estas comunidades crían sus gallinas en sus huertas, principalmente para autoconsumo, por la necesidad de generar ingresos extras o por simple tradición cultural (Villacís *et al.*, 2016). En la parroquia rural San Jacinto Del Búa, de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, los campesinos del sector antes se dedicaban a la comercialización al por mayor y menor de aves criollas de corral, su nutrición se basa principalmente en maíz. La desventaja en el proceso de crianza de este tipo de aves conlleva más tiempo, pero a su vez su carne es saludable. Un 26,6 % se

dedica a la crianza de ganado de leche/carne; el 34,9 % dijo no criar animales.

- En cuanto al destino de la producción de la finca: alrededor del 80 % es para autoconsumo; seguido de un 17 % para la venta a intermediarios; y, un 1,8 % para la venta al consumidor. Solamente un 0,4 % fue para la exportación.
- La compra de alimentos representó el 94,8 % aproximadamente del destino de los ingresos obtenidos de la venta de la producción; mientras que, los menores porcentajes, fueron los referidos a la educación (2,8 %) y la salud (1,2 %)
- Un estado de seguridad alimentaria fue percibido por un 57,4 % (209 personas de las encuestadas) contra un 42,6 % (155 personas de las encuestadas) que no tuvo percepción de seguridad alimentaria. Es decir que la mayoría de las personas creen que sus alimentos cosechados en sus granjas son seguros para su nutrición a pesar de que la mayor parte de sus ingresos se destinan a comprar alimentos en la tienda o en el mercado (Barragán *et al.*, 2017, pp. 9-12).

## Desarrollo del prototipo electrónico

Antes de realizar la implementación del prototipo electrónico se realizó una revisión especializada acerca de la incubación artificial para la eclosión de huevos para aves criollas de corral. Según lo menciona (INTA & INTEC, 2008 p. 17), las aves son unas de las primeras especies en ser domesticadas ya mencionadas en la antigüedad en historias de China hace aproximadamente 1400 años antes de Cristo. La llegada de las aves de corral criollas tuvo sus primeros orígenes en América debido a la conquista española, provocando el cruce entre las aves, además las condiciones climáticas favorecieron en su adaptabilidad. En Ecuador se distinguen tres tipos de aves criollas de corral: guarica raza grande, calzada raza mediana, fina raza pequeña (Ochoa, 2014, p. 26).

La crianza de aves de corral criollas es adjudicada por costumbres ancestrales las cuales vienen de generación en generación en las fa-

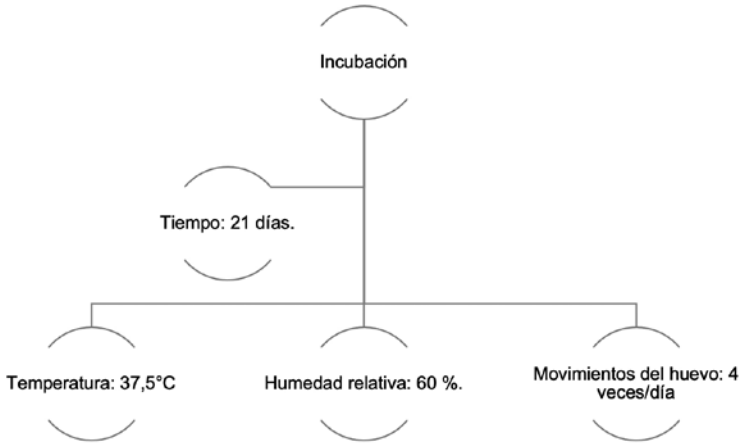
milias campesinas de zonas rurales, su alimentación es proporcionada de mínima manera por las personas en su dieta alimenticia que consiste en buscar sus alimentos de manera natural (Juárez y Ortiz, 2001, p. 27).

Las aves de corral criollas presentan variedad tanto en colores, plumaje y rasgos además la reproducción de cada variedad está distribuida en zonas rurales del país dependiendo del clima de cada lugar, todo esto gracias a su gran adaptabilidad en cada región, las aves de corral criollas no requieren de muchos cuidados como otros tipos de aves (Segura *et al.*, 2007, p. 310).

Según Ricaurte (2006), el proceso de incubación artificial se describe como una vía externa al desarrollo del embrión en el que interactúan factores como: temperatura, humedad y tiempo, con el propósito de conseguir una mayor probabilidad en el nacimiento de las aves.

Ricaurte (2006) manifiesta que hay dos fases para diferenciar el proceso de incubación. La fase uno comprende la selección de un huevo fértil y su colocación dentro de la incubadora. La segunda fase incluye la eclosión del huevo del ave de corral. Los huevos que no son fértiles (incúbales) son utilizados para la venta o consumo ya que su eclosión es relativamente nula (North y Bell, 1993, p. 25).

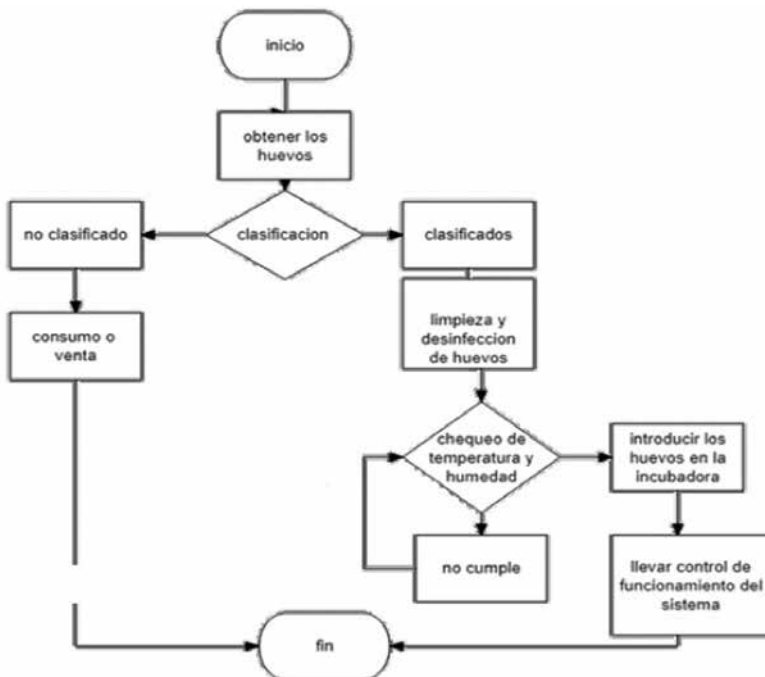
De acuerdo con Arias *et al.* (2003, p. 2), los huevos de cada clase de ave tienen características únicas para su eclosión; por ejemplo, temperatura, humedad relativa, tiempo de incubación y movimiento del huevo. Estas condiciones se pueden reproducir en la incubadora artificial y así dar comienzo al nacimiento de las aves. En la siguiente figura se presenta un diagrama del proceso de incubación artificial, con las variables a ser controladas:

**Figura 1***Fases del proceso de incubación*

*Nota.* La incubación de aves criollas tarda aproximadamente 21 días, durante los cuales se deben mantener las variables: temperatura, humedad relativa y movimientos del huevo como lo indica la figura 1.

Para la construcción del prototipo electrónico de incubación se reutilizó una carcasa de un horno de microondas como estructura, también se acoplaron un ventilador para la recirculación de aire en el interior, un sensor TDH11 para medir la humedad relativa, un sensor PT100 para cuantificar la temperatura a la que están los huevos dentro de la carcasa y un sistema mecánico de movimiento de los huevos accionado por un motor de 120 V, dos resistencias cerámicas para la calefacción y una cubeta metálica con capacidad de 15 huevos fértiles, todo el sistema es controlado por medio de una placa Arduino UNO con una pantalla LCD 16x2 para visualizar el nivel de las variables temperatura y humedad relativa. A continuación, en la figura 2 se muestra el diagrama de flujo del proceso de incubación de aves criollas de corral a ser implementado:

**Figura 2**  
 Diagrama de flujo del proceso de incubación



*Nota.* El diagrama de flujo representa las acciones que se van a programar en la placa electrónica Arduino, para que el prototipo electrónico cumpla con las condiciones deseadas que se indican en la figura 1.

El diagrama de flujo presentado en la figura 2, corresponde a la lógica de control que se va a programar en la placa *Arduino Uno* mediante el programa *Arduino IDE* y que se descargará para comprobar el funcionamiento del prototipo electrónico implementado.

Las pruebas realizadas al prototipo electrónico de incubación en función del número de huevos fértiles (15) son: embriodiagnos (no eclosionados), la incubación y la viabilidad.

Una de las formas para la identificación de huevos no eclosionados (pollitos que no nacieron) es llevar a cabo la fase embriodiagnos, esto se logra mediante el rompimiento de la capa del huevo (cáscara) se realiza con cuidado y solo se debe realizar esta práctica a los huevos que no eclosionaron cuando finalizó el proceso de incubación. La tabla 1 muestra los resultados.

**Tabla 1**  
*Embriodiagnos*

<b>Parroquia</b>	<b>Fase 1</b>	<b>Fase 2</b>	<b>Fase 3</b>	<b>Contaminados</b>	<b>Total no eclosionados</b>
San Jacinto del Búa	2	3	1	1	7
Promedio	14 %	20 %	7 %	7 %	

Como resultado se evidenció la no eclosión de siete huevos de un total de 15. La tabla 2 presenta el resultado de la fertilidad lograda en el prototipo electrónico.

**Tabla 2**  
*Porcentaje de fertilidad en huevos de aves criollas*

<b>Parroquia</b>	<b>Número de Nacidos</b>	<b>Embriones muertos</b>	<b>Infertilidad</b>	<b>Total de huevos</b>	<b>Fertilidad (%)</b>
San Jacinto del Búa	8	6	1	15	53.3 %

En la parroquia San Jacinto de Búa, el porcentaje de fertilidad fue del 53.3 %, dando como resultado una cantidad de ocho pollos nacidos.

La tabla 3 presenta la incubabilidad, la cual relaciona la cantidad de huevos fértiles respecto a la cantidad de aves nacidas.



**Tabla 3**

*Porcentaje de huevos incubables en aves de corral criollas*

<b>Parroquia</b>	<b>Número de Nacidos</b>	<b>Embriones muertos</b>	<b>Infertilidad</b>	<b>Total de huevos</b>	<b>Fertilidad (%)</b>
San Jacinto del Búa	8	14	15	9	93.3 %

El porcentaje de incubabilidad lograda alcanzado en el prototipo electrónico fue del 93.3 %; es decir, nacieron nueve pollitos de un total de diez huevos fértiles.

Finalmente, la viabilidad relaciona el número de aves nacidas sin defectos con respecto al total de aves nacidas, como se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4**

*Porcentajes dialítico en huevos de aves criollas*

<b>Nombre de Parroquia</b>	<b>Número total de aves nacidas</b>	<b>Número de aves nacidas sin defectos</b>	<b>Total huevos</b>	<b>Viabilidad</b>
San Jacinto del Búa	8	8	15	100 %

Como se puede apreciar, la viabilidad del prototipo corresponde al 100 %, ninguna de las aves presenta defectos funcionales o mal formación, con respecto al total de las aves nacidas.

## **Conclusiones**

La seguridad alimentaria está ligada indisolublemente a la agricultura familiar sobre todo en el sector rural y aún más en los pequeños productores, que son los que cosechan los alimentos para las urbes. Es así que, este prototipo electrónico, elaborado con materiales reutilizados, se enfoca a la incubación de aves criollas de corral, con los siguientes valores agregados: producción de proteína animal

sana, acceso y uso de la tecnología en el sector rural, incrementar la eclosión de huevos fértiles, empoderar a la comunidad en la preparación y consumo de alimentos saludables y de esa manera favorecer la economía del hogar.

Con el desarrollo del prototipo electrónico para la incubación de aves criollas de corral, se concluye que es posible suministrar proteína animal mediante el uso de la tecnología electrónica de forma permanente a nivel local, rescatando las tradiciones culturales de la comunidad de San Jacinto Del Búa en Santo Domingo de los Tsáchilas; ofreciendo una alternativa de empleabilidad que favorece la economía del hogar de pequeños productores de la zona; experiencia que es un referente para motivar a las demás parroquias rurales de la provincia a utilizar este mecanismo que optimice la producción de aves.

Para una posible versión final del prototipo electrónico se requiere un sistema alternativo de energía, que se implementaría con baterías recargables alimentadas por paneles solares y micro turbinas de viento para zonas sin acceso a electricidad. En el sitio donde se llevó a cabo la experiencia se dispone de energía eléctrica de la red local, sin embargo, el uso de fuentes alternativas como la fotovoltaica para equipos caseros es nula, lo que abre una posibilidad de implementar esta tecnología para usos específicos y que suministren energía cuando el sistema eléctrico de la red local falla.

## Referencias bibliográficas

- Arias, A., Gutiérrez, A. y Torres, R. (2003). Incubadora de huevos de aves. *Proton*, 2-100. <https://bit.ly/3vityBH>
- Barragán, M., Sánchez, L. y Ulloa, S. (enero de 2018). Determinación de la relación entre la seguridad alimentaria y la economía/agricultura familiar en la zona rural del cantón Santo Domingo de los Colorados en Ecuador. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 1(2), 1-18. <https://bit.ly/3wZlfdj>
- Calero, C. y Molina, A. (2010). *Mapa de la desnutrición crónica en el Ecuador*. MCDS/PMA.

- Ceccon, E. (septiembre de 2008). La revolución verde tragedia en dos actos. *Ciencias*, 1(91), 21-29. <https://bit.ly/3x8S7Bs>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). <https://bit.ly/47g3lRL>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (FAO). (2013). Revisión del desarrollo avícola. Revisión del desarrollo avícola. <https://bit.ly/3PrNado>
- Juárez, A. y Ortiz, M. (2001). Estudio de la incubabilidad y crianza en aves criollas de traspatio. *Vet Mex*, 32(1), 27-32. <https://bit.ly/3Vp9kkv>
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, Instituto Nacional Tecnológico. (enero de 2008). Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA), Nicaragua. En Manejo Eficiente de Gallinas de Patio (pp. 17-35). Nicaragua: Abelardo Ballina G. Bencomo. (Consultor PESA), - Felipe Romero (Coordinador Técnico PESA, Efrén Reyes. <http://www.fao.org/3/a-as541s.pdf>
- Mena, R. (2016). *La Inseguridad Alimentaria medida desde un enfoque de acceso y condiciones de pobreza de la población. Caso de estudio: Cantón Ambato, Parroquia Juan Benigno Vela, Comunidad San José de Pataló Alto*. [Trabajo de titulación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio de Tesis de Grado y Posgrado <https://bit.ly/43qHF4z>
- North, M. y Bell D. (1993). Manual de producción avícola. En M. O. North, *El Manual Moderno*. México. <https://bit.ly/4akaL7X>
- Ochoa, T. (27 de febrero de 2014). *Determinación morfológica y faneróptica de las gallinas criollas en el cantón Puyango de la provincia de Loja*. [Trabajo de titulación, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio digital UNL. <https://bit.ly/3ILmhNU>
- Ricaurte, S. (07 de 08 de 2006). *Análisis de control de calidad en incubación de huevos*. <https://bit.ly/4a0u0DR>
- Segura, J. C., Jerz, L., Sarmiento, F. y Santos, R. (septiembre de 2007). Indicadores de producción de huevo de gallina criollas en el trópico de México. *Archivos de zootecnia*, 56(215), 309-317. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. <https://bit.ly/3IJPmI>
- Senplades. (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 “Toda una Vida”. <https://bit.ly/3IHKTHp>
- Villacís, G., Escudero, G., Cueva, F. y Luzuriaga, A. (2016). Características morfométricas de las gallinas criollas de comunidades rurales del sur del Ecuador. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú (RIVEP)*, 27(2), 218-224.