

**EVALUACIÓN DE MATERIAS ORGÁNICAS RESIDUALES PARA LA
ELABORACIÓN DE LÁMINAS COMESTIBLES BIODEGRADABLES**
**THE ROLE OF COOPERATIVE MANAGEMENT IN IMPROVING THE TECHNICAL AND
ECONOMIC PERFORMANCE OF SHEEP FARMS**

Altuna J¹, Arreguín M¹, Ruilova B¹, Guamán M¹, Guachi L¹

¹Universidad Estatal de Bolívar. Guanujo 92. Guaranda, Ecuador.

RESUMEN

Elaborar una lámina comestible biodegradable a partir de la utilización de residuos de papa (corteza) y suero de queso, representan una alternativa de aprovechamiento de residuos, así como una oportuna respuesta medioambiental hacia las industrias de alimentos, ya que los residuos no son dispuestos correctamente, generando desperdicios orgánicos y un deficiente aprovechamiento de esta biomasa. En este estudio de evaluación de materiales orgánicos residuales para la elaboración de láminas comestibles biodegradables se elaboró una lámina comestible biodegradable, utilizando una fuente de recuperación secundaria del almidón contenido en la corteza de papa que experimentalmente representa el 8% y mezclándolo con glicerina como agente plastificante más agua y suero lácteo como medio de dilución. Se desarrollaron diferentes formulaciones y se realizó el control de calidad de pH, acidez, grados Brix, espesor y humedad para cada tratamiento.

Palabras clave: Biodegradables, lamina comestible, corteza, plastificante.

ABSTRACT

Elaborate a biodegradable edible sheet from the use of residues of potato (bark) and whey, represent an alternative of waste utilization, as well as a timely environmental response to the food industries, since the waste is not disposed correctly, Generating organic waste and a poor use of this biomass. In this study of evaluation of residual organic materials for the production of biodegradable edible sheets, a biodegradable edible film was prepared using a secondary source of starch content in the potato crust experimentally representing 8% and mixing it with glycerin as plasticizing agent More water and whey as a dilution medium. Different formulations were developed and the quality control of pH, acidity, Brix grades, thickness and humidity were carried out for each treatment.

Keywords: Biodegradable, edible sheet, cortex, plasticizer

INTRODUCCIÓN

Según Pavlath & Orts, 2009, las películas y revestimientos comestibles a base de materiales biodegradables han ganado un creciente interés en la investigación durante las últimas dos décadas esto debido a su potencial uso en envases de alimentos. Una lámina comestible biodegradable se puede definir como una matriz continua, delgada, que se estructura alrededor del alimento generalmente mediante la inmersión del mismo en una solución formadora del recubrimiento. Dichas soluciones formadoras del recubrimiento pueden estar conformadas por un polisacárido, un compuesto de naturaleza proteica, lipídica o por una mezcla de los mismos (Quintero et al. 2010). Se han formulado películas comestibles de diferentes fuentes de proteínas. Éstos incluyen caseína, gelatina, proteína de suero, maíz, proteína de soja, gluten de trigo, proteína de cacahuete y proteína de frejol. (Gennadios, Weller y Testin, 1993; Bourdeon, 2008; Saglam, Venema, De Vries, Shi, & Linden, 2013). La flexibilidad y la estructura de las películas se pueden mejorar añadiendo plastificante a las soluciones formadoras de película. Los plastificantes se extienden eficazmente, suavizan la estructura de la película y reducen la cohesión dentro de la red de la película entrando entre las cadenas moleculares poliméricas, que se asocian fisicoquímicamente con el polímero. El glicerol es el plastificante más utilizado para mejorar las propiedades de las películas comestibles. (Maran, Sivakumar, Sridhar e Immanuel, 2013; Benavides, Villalobos-Caravajal y Reyes, 2012).

Uno de los principales insumos para la elaboración de láminas comestibles biodegradables es el almidón, el cual está contenido en cantidades considerables en la papa. En Ecuador, el 90% de la papa producida se consume en estado fresco, el porcentaje restante se consume industrializada en sus diferentes productos y presentaciones: chips, a la francesa, congeladas, pre fritas, etc. (MAGAP, 2014). La Provincia Bolívar es productora de papa a nivel del país, por lo cual genera un alto consumo del producto que se utiliza en hogares, restaurantes y establecimientos de comidas rápidas. El alto consumo de la papa como un insumo primario de la alimentación diaria, también genera grandes cantidades de residuos que corresponden principalmente a la corteza que es retirada de la fécula, residuos que al no ser tratados adecuadamente contribuyen a la contaminación ambiental.

En la industria cárnica la aplicación de láminas comestibles biodegradables se desarrolla con el fin de controlar o reducir la pérdida de humedad y como soporte para la adición de agentes antimicrobianos u otro tipo de aditivos, debido a que principalmente inhiben el crecimiento de

bacterias patógenas que producen el deterioro y ayudan a controlar la humedad del alimento, evitando pérdidas de textura, sabor, cambio de color y peso del producto. (Parzanese, 2015)

MATERIAL Y METODOS

En la investigación se aplica un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) en arreglo factorial A * B * C con 2 repeticiones en base a los establecido por (Padrón, 1997). Para establecer las diferencias entre los tratamientos se aplicó el análisis de varianza, con los correspondientes grados de libertad.

Las variables utilizadas en el producto final fueron: Potencial Hidrogeno, Acidez titulable, Humedad, Sólidos solubles, Solubilidad, Espesor, Mohos y Levaduras, todo ello según lo establecido en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1529: 11:98

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las láminas comestibles biodegradables requieren de análisis físicos químicos que aporten a asegurar la calidad de la lámina elaborada, para ello se desarrollaron y evaluaron en laboratorio una serie de análisis que se consideran los más adecuados para establecer la calidad del producto final.

Tabla 1. Valores de pH, acidez y grados Brix reportados.

Ph	Acidez (G/L)	Grados Brix	Solubilidad %	Humedad %	Espesor (Mm)
6,0 – 6,5	2,8 – 3,8	4,0 – 4,5	22 – 24	34 – 36	0,026 – 0,054

Características de valores reportados de láminas comestibles

En la tabla 1 se muestran los valores de referencia para laminas comestibles biodegradables a partir de almidón de papa según Charro, 2015; en la investigación “Obtención de plástico biodegradable a partir de almidón de patata”; por lo que fueron tomados estos datos para correlacionar los resultados alcanzados con la lámina biodegradable obtenida, lo que permite evidenciar el cumplimiento de las condiciones mínimas que debe tener este producto.

Tabla 2. Determinación de pH de las láminas comestibles biodegradables elaboradas.

N°	Tratamientos	Repetición 1	Repetición 2
1	A1B1C1	6.7	6.6
2	A1B1C2	6.9	6.7
3	A1B2C1	6.6	6.6
4	A1B2C2	6.5	6.8
5	A1B3C1	6.8	6.7
6	A1B3C2	6.8	6.5
7	A2B1C1	6.6	6.4
8	A2B1C2	6.2	6.5
9	A2B2C1	6.5	6.5
10	A2B2C2	6.4	6.6
11	A2B3C1	6.5	6.3
12	A2B3C2	6.4	6.4

La tabla 2 presenta los datos evaluados a la lámina comestible biodegradable en relación al factor pH, medidos a los 12 tratamientos con sus respectivas replicas. Estos datos al ser contrastados con los presentados en la tabla que indican que la serie de valores obtenidos se encuentran dentro de los parámetros mínimos para este producto. Para el análisis de estas mediciones se realizaron las diferentes corridas experimentales mediante el uso de software estadístico apropiado para el caso como los es el paquete Rstudio, el mismo que arroja el siguiente análisis de varianza (ADEVA).

Tabla 3. Análisis de Varianza (ADEVA) para el factor pH.

Fuente	Df	Sum	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Factor A: Almidón de papa	1	0.3504	0.3504	20.618	0.000224***
Factor B: Agente plastificante	2	0.0025	0.0013	0.074	0.929354
Factor C: Medio de dilución	1	0.0004	0.0004	0.025	0.877231
RESIDUO (Error)	19	0.3229	0.0170		

*** Diferencia extremadamente significativa

La tabla 3 ADEVA diseñada para el análisis del pH, muestra la variabilidad del pH debidas a los tres factores de estudio. Los valores P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que el valor “P” del factor A (Almidón de papa) con un valor de 0,000224 es menor que 0.05 y menor que 0.01, este factor tiene una diferencia extremadamente significativa sobre pH con un 99,9% de nivel de confianza; lo que indica que los diferentes porcentajes de almidón de papa inciden directamente en el pH. Además,

muestra que los factores B, C no inciden en el pH de las láminas elaboradas o no tiene ningún efecto directo en ellas en cuanto a esta variable.

El factor A (Almidón de papa) con sus dos niveles A1: 1,5% y A2: 2% tienen una diferencia estadística entre sí por tanto revisando los datos reportados en bibliografía que nos dice que el pH de la lámina debe estar entre 6 y 6,5, concluimos que al considerar 1,5% de almidón de papa este tiende a elevar el pH de la lámina y sale de los parámetros mínimos establecidos variando esta respuesta experimental. Mientras que los dos factores B, C no son significativos es decir no tienen una diferencia estadística.

- **Determinación de acidez (g/L)**

La tabla 4 detalla los resultados alcanzados con la lámina comestible biodegradable en relación a la respuesta experimental acidez con su respectiva replica, dándonos un total de 24 tratamientos. Los resultados obtenidos al ser comparados con los datos bibliográficos presentados en bibliografía evidencian que se encuentran dentro de los parámetros establecidos para estas láminas. Para la realización del análisis de acidez se realizaron las diferentes corridas experimentales mediante el uso de software estadístico R Studio, del mismo que se obtiene la siguiente tabla de análisis de varianza (ADEVA).

Tabla 4. Determinación de acidez (g/L).

N°	Tratamientos	Repetición 1	Repetición 2
1	A1B1C1	0.32	0.33
2	A1B1C2	2.17	2.18
3	A1B2C1	0.32	0.31
4	A1B2C2	2.30	2.60
5	A1B3C1	0.38	0.36
6	A1B3C2	1.79	1.82
7	A2B1C1	0.32	0.35
8	A2B1C2	2.40	2.40
9	A2B2C1	0.40	0.60
10	A2B2C2	1.16	1.18
11	A2B3C1	0.38	0.38
12	A2B3C2	1.17	1.80

La tabla 5 muestra el análisis de varianza ADEVA para la acidez, la misma que muestra la variabilidad de la acidez en contribuciones debidas a los tres factores de estudio. Los valores P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. El valor “P” del factor C (medio de dilución) con un valor de 0,0000 es menor que 0.05, menor que 0.01 respectivamente; por lo tanto, este factor tiene una diferencia extremadamente significativa

sobre la acidez con un 99.9% de nivel de confianza. Estos resultados sugieren que los diferentes medios de dilución inciden directamente en la acidez. Además, muestra que los factores A y B no inciden en la acidez de las láminas elaboradas o no tiene ningún efecto directo en ellas en cuanto a esta variable de respuesta.

Tabla 5. Análisis de Varianza (ADEVA) para el factor acidez, evaluado en la lámina comestible biodegradable obtenida.

Fuente	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Factor A: Almidón de papa	1	0.228	0.228	1.81	0.194
Facto B: Agente plastificante	2	0.371	0.185	1.47	0.255
Factor C: Medio de dilución	1	14.291	14.291	113.39	0.0000***
RESIDUO (Error)	19	2.395	0.126		

*** Diferencia extremadamente significativa

El factor C (medios de dilución) con sus dos niveles C₁: agua y C₂: lacto suero tienen una diferencia estadística entre sí por tanto revisando los datos reportados en bibliografía que nos indica que la acidez de la lámina debe estar entre 2,8 y 3,8 g/L de ácido, por tanto el nivel A₁ con un valor de 0.37 es el que ocasiona que la acidez varíe mucho y por ende afecte la calidad de la lámina.

- Determinación de grados Brix

La tabla 6 muestra los datos porcentuales evaluados a la lámina comestible biodegradable en relación a la respuesta experimental grados Brix, los mismos que fueron evaluados a los 12 tratamientos con su respectiva réplica, dándonos un total de 24 tratamientos. Estos valores al ser contrastados con los datos reportados en bibliografía nos indican que estos valores se encuentran dentro de los parámetros establecidos para estas láminas que va en un rango de 4 a 4,5. Para la realización del análisis de varianza para la respuesta experimental grados Brix se utilizó el software estadístico R Studio, que se presenta en la tabla a continuación:

Tabla 6. Determinación de grados Brix.

N°	Tratamientos	Repetición 1 (° Brix)	Repetición 2 (° Brix)
1	A1B1C1	4.5	4.5
2	A1B1C2	4.8	4.4
3	A1B2C1	4.5	4.6
4	A1B2C2	4.5	4.3
5	A1B3C1	5.0	4.6
6	A1B3C2	4.0	4.5
7	A2B1C1	4.5	4.6
8	A2B1C2	4.5	4.4
9	A2B2C1	4.3	4.3
10	A2B2C2	4.3	4.1
11	A2B3C1	4.0	4.2
12	A2B3C2	4.2	4.5

La tabla 7 muestra el análisis de varianza ADEVA para la variable grados Brix, la misma que muestra la variabilidad de los grados Brix debido a los tres factores de estudio. El valor “P” del factor A (Almidón de papa) con un valor de 0,0376 es menor que 0.05, menor que 0.01 respectivamente, por lo tanto, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre los grados Brix con un 95.0% de nivel de confianza; esto indica que los diferentes porcentajes de almidón de papa inciden directamente en los grados Brix. Además, muestra que los factores B y C no inciden en los grados Brix de las láminas elaboradas o no tienen ningún efecto directo en ellas en cuanto a esta variable de respuesta analizada.

Tabla 7. Análisis de Varianza (ADEVA) para grados Brix.

Fuente	Df	Sum	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Factor A: Almidón de papa	1	0.2204	0.22042	4.998	0.0376*
Factor B: Agente plastificante	2	0.1308	0.06542	1.483	0.2520
Factor C: Medio de dilución	1	0.0504	0.05042	1.143	0.2984
RESIDUO (Error)	19	0.8379	0.04410		

* Diferencia estadística significativa

En los gráficos anteriores podemos apreciar que el factor A (Almidón de papa) con sus dos niveles A1: 1,5% y A2: 2% tienen una diferencia estadística entre sí por tanto revisando los datos reportados en bibliografía que nos indica que los grados Brix debe estar entre 4 a 4.5, concluimos que al considerar 1,5% de almidón de papa este tiende a elevar los grados Brix de la lámina y sale de los parámetros establecidos variando esto la respuesta experimental. Mientras los factores B y C no tienen una diferencia estadística.

- Análisis físico, determinación de humedad

La determinación del porcentaje de humedad en las láminas comestibles biodegradables representa un factor muy importante con vista a establecer la calidad de la misma puesto que su componente de agua (humedad) representa un factor importante para evitar la contaminación microbiológica puesto que si se excede los límites máximos puede ocasionar que microorganismos como los mohos alteren la calidad de la lámina.

Este procedimiento se realizó mediante la determinación gravimétrica, pesando las láminas al ambiente y posterior secado en estufa de 100 a 105 °C por 24 horas; en los que se obtuvieron los resultados que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 8. Determinación de la humedad (%) en las láminas comestibles biodegradables elaboradas.

N°	Tratamientos	Repetición 1	Repetición 2
1	A1B1C1	38.46	37.25
2	A1B1C2	33.72	33.33
3	A1B2C1	33.33	36.36
4	A1B2C2	36.93	37.17
5	A1B3C1	34.95	33.09
6	A1B3C2	33.64	35.37
7	A2B1C1	35.42	34.62
8	A2B1C2	27.27	33.72
9	A2B2C1	29.41	34.62
10	A2B2C2	31.03	37.72
11	A2B3C1	30.95	36.61
12	A2B3C2	32.81	31.00

En la tabla 8 se presentan los valores porcentuales de la determinación de humedad realizada a los 24 tratamientos. Estos valores al ser comparados con los de las referencias bibliográficas, indican que en general nos encontramos dentro de la media para esta respuesta experimental. Para la realización del análisis de varianza para la respuesta experimental humedad (%) se utilizó el software estadístico RStudio, la tabla ADEVA se presenta en la tabla a continuación:

La tabla 9 muestra el análisis de varianza ADEVA para la variable respuesta humedad, la misma que presenta la variabilidad de la humedad en contribuciones debidas a los tres factores de estudio. El valor “P” del factor A (Almidón de papa) con un valor de 0,0418 es menor que 0.05, menor que 0.01, por lo tanto, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la humedad con un 95.0% de nivel de confianza. Esto muestra que los

diferentes porcentajes de almidón de papa inciden directamente en la humedad. Además, muestra que los factores B y C no inciden en la humedad de las láminas elaboradas.

Tabla 9. Análisis de Varianza (ADEVA) para la respuesta experimental humedad.

Fuente	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Factor A: Almidón de papa	1	33.65	33.65	4.766	0.0418*
Factor B: Agente plastificante	2	4.29	2.14	0.304	0.7416
Factor C: Medio de dilución	1	5.37	5.37	0.761	0.3938
RESIDUO (Error)	19	134.14	7.06		

* Diferencia significativa

Comparación de datos teóricos con experimentales de la lámina comestible biodegradable elaborada

Tabla 10. Comparación de datos teóricos y experimentales

Mediciones experimentales	Valores teóricos	Valores experimentales	Tratamientos que cumplen
Ph	6,0 – 6,5	6.35	T ₆
Acidez (g/l)	2,8 – 3,8	2.45	T ₄
Grados Brix (%)	4,0 – 4,5	4.25	T ₆
Humedad (%)	34 – 36	35.02	T ₆
Solubilidad (%)	22 – 24	23.17	T ₆
Espesor (mm)	0,026 – 0,054	0.040	T ₆

Los valores reportados en la tabla 10 muestran que el tratamiento T6 correspondiente a las mediciones experimentales evaluadas en fase experimental se encuentra dentro de los rangos establecidos según Charro, 2015; lo que demuestra que los factores de estudio con sus correspondientes niveles fueron los más adecuados para poder elaborar una lámina comestible biodegradable que cumpla los estándares mínimos de calidad.

- Análisis microbiológicos

La realización de análisis microbiológicos en la elaboración de productos de la agroindustria es muy importante ya que estos nos ayudan a garantizar que no haya presencia de microorganismos fuera de los rangos permitidos y por ende que el producto cumpla con una calidad higiénica sanitaria y así establecer su calidad. Uno de los análisis que contribuyen a

este establecer la calidad microbiológica de la lámina comestible biodegradable elaborada es la medición de mohos y levaduras, el mismo que tuvo como objetivo establecer la presencia de microorganismos contaminantes debido al alto contenido de humedad y presencia de azúcares debido al almidón. Este análisis se desarrolló siguiendo la metodología establecida en la norma técnica ecuatoriana INEN 1529-8 con la presencia de un testigo. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla a continuación:

Tabla 11. Análisis de mohos y levaduras.

Muestras	Códigos	Unidad	Rango	Resultado
1	Testigo	ufc/g	2x10 ²	0
2	T4	ufc/g		50
3	T6	ufc/g		40

- Cálculo del tiempo de vida útil

Los análisis de *E. coli* fueron realizados a los tratamientos T4 y T6 por considerarse según la tabla 12 los que cumplen con los requisitos establecidos en bibliografía con respecto a las propiedades físico químicas. Las diluciones con las que se trabajaron fueron 10⁻³ y por cada muestra evaluada se realizaron 3 repeticiones.

Tabla 11. Resultados de análisis microbiológicos *E. coli* a muestras de carne.

Tratamiento	Réplica	Unidades	Resultados Día 2	Resultados Día 4	Resultados Día 6	Resultados Día 8
4	1	Ufc/g	Ausencia	Ausencia	86	115
	2	Ufc/g	Ausencia	Ausencia	92	Incontable
	3	Ufc/g	Ausencia	Ausencia	89	116
Testigo		Ufc/g	Ausencia	79	134	Incontable
6	1	Ufc/g	Ausencia	Ausencia	75	102
	2	Ufc/g	Ausencia	Ausencia	79	101
	3	Ufc/g	Ausencia	Ausencia	82	105
Testigo		Ufc/g	Ausencia	87	Incontable	Incontable

En este sentido podemos observar que los tratamientos T4 y T6 evaluados tienen un tiempo de vida útil de 6 días ya que según lo establecido en la norma NTE INEN 1338:2012 el rango

máximo permitido de *E coli* es $1,0 \times 10^2$ ufc/g y al octavo día estos sobre pasan este límite, por tanto el tiempo de vida útil para la carne empacada en estas condiciones es de 6 días.

CONCLUSIONES

El mejor método para la obtención de las láminas comestibles biodegradables fue el tratamiento T6, codificado como A₁ B₃ C₂ correspondiente a: 1.5% almidón de papa + 2 % glicerina + lacto suero (20 ml); en vista que los análisis de varianza para pH, acidez, grados Brix y humedad establecen que este tratamiento es el mejor puntuado, además presentó una adecuada característica de elasticidad permitiendo obtener una lámina estable a la manipulación mecánica. También se debe destacar que el tratamiento T4 codificado como A₁ B₂ C₂ correspondiente a 1,5 % almidón de papa + 1.5 % glicerina + lacto suero (20 ml) presentó buenas características físicas y químicas, pero en menor proporción que el tratamiento T6 considerado como el mejor.

Fueron evaluadas las características físicas, químicas y microbiológicas de las láminas comestibles biodegradables, las que demuestran su empleo en la conservación de la carne. En cuanto al pH con una media de 6,4; acidez con 2.45g/L, grados Brix con 4.25 y humedad con 35.02 %; en relación a los análisis microbiológicos de mohos y levaduras se obtuvo un valor de 50 unidades formadoras de colonia (ufc/g), en relación al mejor tratamiento que fue el A₁ B₃ C₂ lo que comparado con datos bibliográficos se encuentran dentro de los parámetros mínimos establecidos para este tipos de productos.

Se estableció el tiempo de vida útil de carne empacada con las láminas comestibles biodegradables mediante un “estudio directo a tiempo real”, que consistió en mantener el alimento en las condiciones previstas para su almacenamiento evaluando el componente microbiológico y contrastado con un testigo que fue una muestra de carne sin ningún tratamiento; se pudo observar que hasta el día 6 las muestras de carne cubiertas con la lámina comestible biodegradable no sufrieron deterioro por ataque de (*E coli*) pero a partir del día 8 la carne presentó signos de ataque microbiológico y superó los valores permitidos según lo establecido en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1338:2010 que señala que carne o producto cárnico no puede sobrepasar del valor $1,0 \times 10^2$ ufc/g. Por tanto se finaliza señalando que el uso de láminas comestibles biodegradables contribuyen eficazmente a la conservación de alimentos como el caso de la carne.

BIBLIOGRAFÍA

- Averous, L. y Pollet, E. 2011. Polímeros utilizados para para la elaboración de películas biodegradables. Revista Degradación de Polímeros y Estabilidad. Vol 97 (10). P 3-5.
- Barbosa, C. 2012. Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa productora y comercializadora de jabón artesanal exfoliante de harina de maíz y efervescente en la ciudad de Quito. Tesis Ing. Adm Emp. Quito, Ecuador, Universidad Central del Ecuador. P 204.
- Charro, M. 2015. Obtención de Plástico Biodegradable a partir de Patata. Tesis Ing. Química. Quito, Ecuador, Universidad Central del Ecuador. P 109.
- Flores, R; Naranjo, H; Gálarraga, J; Sánchez, M; Viteri, S. 2012. Estudio de la demanda de semilla de papa de calidad en Ecuador. Proyecto “Fortalecimiento de la innovación agrícola para la seguridad alimentaria en la región andina-IssAndes”. Quito, Ecuador, OFIAGRO. P 246.
- García, V. 2016. Panorámica general sobre la recuperación de las proteínas solubles del lactosuero. Revista Universidad de Guayaquil, Ecuador. Vol. 1(121). P 94-98.
- INEN (Instituto Nacional de Estandarización y Normalización, EC). 2014. Cultivo de la papa en el Ecuador. Quito, Ecuador. P 2.
- INIAP-CIP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Centro Internacional de la Papa, EC) 2014. El cultivo de la papa en el Ecuador. Quito- Ecuador, Lima – Perú.
- López German, 2010. Productora de empaques plásticos. Sunchodesa Representaciones C. Ltda. Guayaquil, Ecuador. P 1.
- Miramont, S. 2012. Recubrimientos elaborados a partir de biopolímeros para el soporte de sustancias con actividad antimicrobiana: carvacrol y sorbatos. Tesis Magister en Alim. Buenos Aires, Argentina, Universidad Técnica Nacional de Buenos Aires. P 134.
- Parzanese, M. 2015. Tecnologías para la Industria Alimentaria: Películas y Recubrimientos comestibles. Ministerio de Agricultura. Argentina, Buenos Aires, Argentina. P 6-7.
- Pastor, C; Vargas, M; González-Martínez, C. 2005. Recubrimientos comestibles: Aplicación a frutas y hortalizas. Revista: Alimentación, Equipos y Tecnología. Vol. 197(24). P 130-135.
- Polit, S y Bravo, J. 2015. Producción de láminas biodegradables a base de quitina (cáscara de camarón), Provincia del guayas. Guayaquil, Ecuador, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. P 149.
- Prada, R. 2010. Alternativa de aprovechamiento eficiente de residuos biodegradables: el caso del almidón residual derivado de la industrialización de la papa. Revista Scielo Vol. 120 (72). P 180 – 192.
- Quintero, C; Falguera, V; Muñoz, A. 2010. Películas y recubrimientos comestibles: Importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. Revista Tumbaga Vol. 1(5). P 93-118.
- Robertson, G. 2010. Embalaje de Alimentos y Vida Útil: Una guía práctica. CRC ediciones. California, Estados Unidos. 388
- Rubio, M; Guerrero, J. 2012. Polímeros utilizados para la elaboración de películas biodegradables. Temas selectos de Ingeniería de Alimentos. Revista de la Universidad de la Américas. Vol. 6 (2). P 173 – 181.
- Tang, X; Kumar, P; Alavi, S. y Sandeep, K. 2012. Recent advances in biopolymers and biopolymer-based nanocomposite for food packaging materials. Journal Food Science and Nutrition. Vol. 52(2). P 426 – 441.
- Tubón, R. 2013. Formulación, elaboración y evaluación de bioenvase para caramelos a base de almidón de yuca, sacarosa y gelatina. Tesis Ing. Bioquímico. Riobamba, Ecuador, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. P 123
- Vanegas, M. 2014. Obtención de películas biodegradables a partir de mezclas de quitosano de cáscaras de camarón y agentes plastificantes. Tesis Ing. Química. Quito, Ecuador, Universidad Central del Ecuador. P. 162.
- Vargas, P. 2015. Análisis e implementación del proceso de fabricación para una película biodegradable empleada en empaques multicapa. Tesis Maestría. México DF, México, Universidad Autónoma de México. P 89.