

REVISTA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



ISSN: 2709-4502
Alpha Centauri

Vol. 02 - Nro. 01
2021



Elaboración de una bebida de maíz morado con máxima retención de antocianinas



Development of a purple corn beverage with maximum anthocyanin retention



Preparação de uma bebida de milho roxo com retenção máxima de antocianico


<https://doi.org/10.47422/ac.v2i1.29>


Elaboración de una bebida de maíz morado con máxima retención de antocianinas

Development of a purple corn beverage with maximum anthocyanin retention

Preparação de uma bebida de milho roxo com retenção máxima de antociânico

 PESANTES ARRIOLA, Genaro Christian
Universidad Nacional Del Callao

 PAUCAR LUNA, Jorge
Universidad Nacional Mayor De San Marcos

 FRANCO MEDINA, Jorge Lázaro
Universidad Nacional De Cañete

RESUMEN

En el presente trabajo se caracterizó el proceso de extracción de antocianinas empleando el método de análisis de superficie de respuesta con intervalos de temperatura entre 47,57 y 132,43°C, y tiempos desde 11,36 a 138,64 minutos. Además, con la técnica del punto estacionario se determinó una máxima retención de antocianina (33,99 mg/g) a una temperatura de 98,39°C a un tiempo de 105,89 minutos de extracción; sin embargo, al ser este tiempo demasiado prolongado, se empleó el análisis canónico redefiniéndose los parámetros óptimos de extracción a una temperatura de 100°C durante un tiempo de 60 minutos con una reducción del contenido de antocianinas del 2,49% (33,14 mg/g) con respecto al máximo. Con el extracto obtenido en condiciones óptimas se elaboró una bebida y, utilizando el método del pH diferencial y la prueba t de Student ($p = 0,05$), se cuantificó su contenido de antocianinas y se comparó con el de una bebida, observándose que la bebida elaborada presentó contenidos mayores, cuya diferencia varía dentro del rango de 2,79 y 4,72 mg/mL. Finalmente, empleando una prueba de grado de satisfacción con una escala hedónica de nueve puntos se determinó que la bebida “gustó mucho” a un panel sensorial semientrenado.

Palabras clave: maíz, morado, antocianina, optimización, superficie, respuesta, canónico.

ABSTRACT

In the present work, the anthocyanin extraction process was characterized using the response surface analysis method with temperature intervals between 47.57 and 132.43°C, and times from 11.36 to 138.64 minutes. In addition, with the stationary point technique, a maximum anthocyanin retention (33.99 mg/g) was determined at a temperature of 98.39°C at an extraction time of 105.89 minutes; however, as this time was too long, the canonical analysis was used, redefining the optimal extraction parameters at a temperature of 100°C for a time of 60 minutes with a reduction of the anthocyanin content of 2.49% (33.14 mg/g) with respect to the maximum. With the extract obtained under optimum conditions, a beverage was prepared and, using the differential pH method and Student's t-test ($p = 0.05$), its anthocyanin content was quantified and compared with that of a beverage, showing that the prepared beverage had higher contents, the difference varying within the range of 2.79 and 4.72 mg/mL. Finally, using a satisfaction test with a nine-point hedonic scale, it was determined that the beverage was "very well liked" by a semi-trained sensory panel.

Keywords: maize, purple, anthocyanin, optimization, surface, response, canonical.

RESUMO

No presente trabalho, o processo de extracção de antociânico foi caracterizado utilizando o método de análise de superfície de resposta com intervalos de temperatura entre 47,57 e 132,43°C, e tempos de 11,36 a 138,64 minutos. Além disso, com a técnica do ponto estacionário, foi determinada uma retenção máxima de antociânico (33,99 mg/g) a uma temperatura de 98,39°C a um tempo de extracção de 105,89 minutos; contudo, como este tempo era demasiado longo, foi utilizada a análise canónica, redefinindo os parâmetros óptimos de extracção a uma temperatura de 100°C durante 60 minutos com uma redução do teor de antociânico de 2,49% (33,14 mg/g) em relação ao máximo. Com o extracto obtido em condições óptimas, foi elaborada uma bebida e, utilizando o método do pH diferencial e o teste t de Student ($p = 0,05$), foi quantificado e comparado com o de uma bebida o seu teor de antociânico, observando que a bebida elaborada apresentava teores mais elevados, cuja diferença varia dentro da gama de 2,79 e 4,72 mg/mL. Finalmente, utilizando um teste de satisfação com uma escala hedónica de nove pontos, foi determinado que a bebida era "muito apreciada" por um painel sensorial semi-treinado.

Palavras-chave: milho, roxo, antociânico, optimização, superfície, resposta, canónica.



INTRODUCCIÓN

El cultivo del maíz morado tiene importancia económica creciente en el Perú, principalmente para los productores de la sierra que tienen pocas posibilidades de generar ingresos económicos por la venta de los productos agrícolas que producen en sus parcelas. En los últimos años, se ha intensificado el consumo del maíz morado, en el país y del exterior, debido a que el pigmento morado que tiene este tipo de maíz (antocianinas) previene enfermedades como el cáncer al colon, disminuye la obesidad y la diabetes, entre otras enfermedades; así mismo es un colorante natural para la industria. Entre las antocianinas del maíz morado, la cianidina-3- glucósido, se encuentra en mayor cantidad, constituyéndose en un potente antioxidante natural.

En el mercado peruano se ofertan dos bebidas comerciales a base de maíz morado; sin embargo, la industria ha priorizado la calidad sanitaria del producto antes que el efecto benéfico a la salud que aportan las antocianinas debido a su capacidad antioxidante y los compuestos fenólicos presentes en su estructura química.

Gorriti et al (2009) indicaron que la extracción de antocianinas depende de la temperatura y tiempo de extracción, siendo favorecidas por el medio etanólico al 20% y pH entre 1 y 4. Mientras que Salinas et al (2005), emplearon como solventes soluciones hidroalcohólicas (de etanol o metanol) acidificadas con ácido acético, concluyendo que el ácido el metanol es más efectivo para la extracción, aunque su toxicidad impide que se pueda emplear cuando

las sustancias extraídas se usarán para consumo humano. Por otro lado, Elías y Gamero (1988), recomiendan emplear como solventes el agua, metanol o etanol acidulados con ácido clorhídrico a un pH entre 4 y 5 a una temperatura entre 70 y 100°C, esto con la finalidad de evitar degradaciones del pigmento. Mendoza (2012) realizó la extracción empleando una solución etanólica como solvente acidificada con ácido clorhídrico mediante una inmersión por 15 minutos en baño de ultrasonido; finalmente Almeida (2012), concluye que las condiciones adecuadas de extracción tienen lugar en medio acuoso con un tiempo de contacto de 120 minutos y a una temperatura límite de 50°C. Todas las técnicas de extracción citadas, se realizaron en condiciones de laboratorio empleando ácidos inorgánicos como agentes acidulantes y soluciones de alcohólicas como solventes; condiciones que no pueden reproducirse a escala industrial debido a la alta toxicidad de dichos compuestos.

En este sentido, el presente trabajo tiene por objetivo determinar los parámetros óptimos de tiempo y temperatura para la extracción de antocianinas que puedan aplicarse a la elaboración comercial de una bebida de maíz morado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un Diseño Central Compuesto Rotacional (DCCR) con 4 puntos factoriales, 4 puntos axiales y 5 repeticiones en los puntos centrales, teniéndose un total de 13 tratamientos. Las variables independientes o “Factores” y sus niveles empleados se muestran en la Tabla 1:



Tabla 1*Matriz del diseño de experimentos*

Variables naturales		Variables codificadas	
Factor A: Temperatura	Factor B: Tiempo	X1	X2
60	30	-1	-1
120	30	+1	-1
60	120	-1	+1
120	120	+1	+1
90	75	0	0
90	75	0	0
90	75	0	0
90	75	0	0
90	75	0	0
132,43	75	$\sqrt{2}$	0
47,57	75	$-\sqrt{2}$	0
90	138,64	0	$\sqrt{2}$
90	11,36	0	$-\sqrt{2}$

Las mazorcas de maíz morado empleadas procedieron del distrito de Majes del departamento de Arequipa, Perú, situado sobre los 200 y 800 msnm, con una temperatura promedio anual entre 14 y 32°C.

Espectrofotómetro (Génesis Termo Spectronic), Refractómetro (Atago), Balanza analítica (Sartorius), Potenciómetro (Inolab WTW), Estufa (Labor Muszeripari Muvek Hungary), Termómetro digital (Inolab WTW). Todos los reactivos empleados fueron de grado analítico adquiridos en Sigma Chemical Co.

El presente trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de Tecnología de Alimentos de la Planta Piloto de Chucuito, de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos de la Universidad Nacional del Callao, y de Bromatología de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.

Obtención del extracto de antocianinas

Las mazorcas fueron seleccionadas para descartar aquellas que poseen síntomas de deterioro o daño perceptible, luego fueron desgranadas a fin de quedarnos solo con las corontas en la siguiente etapa del proceso, posteriormente se laminaron en forma circular con un espesor aproximado de 3mm y se secaron en una estufa a una temperatura de 65°C por un tiempo de 2 horas, hasta alcanzar una humedad aproximada del 8%.

Las corontas deshidratadas fueron molidas con un mortero manual y se diluyeron en una relación de 2,5 gramos de coronta por 100 ml de solución de extracción (agua tratada regulada a pH 2 con ácido cítrico), aplicándole los tiempos y temperaturas según indica la Tabla 1, para poder desarrollar el modelo experimental.

Posteriormente la temperatura del extracto fue llevada por debajo de los 30°C para filtrarlo con una malla de 1 mm de diámetro.

Cuantificación de antocianinas

La cuantificación del contenido de antocianinas se expresó como mg de cianidina 3-glucósido/g de coronta, para ello se empleó el método de Giusti y Wroslstad (2001), donde una alícuota de 0,3 ml de extracto y se diluyó en 2,7 ml de solución buffer de cloruro de potasio (pH1) y acetato de sodio (pH 4,5), por separado, dejándolo reposar por un tiempo de 20 minutos, procediendo por último a la lectura de sus respectivas absorbancias según indica la siguiente expresión:

Total antocianinas (mg/L) = $A \times PM \times FD \times 1000 / (\epsilon \times l)$

Donde:

TA= contenido de cianidina 3-glucósido; A= (A510 – A700) pH1 - (A510 – A700) pH 4,5; PM= peso molecular; FD= factor de dilución; 1000= factor de conversión de gramos a miligramos; ϵ = factor de extinción molar (26900) para la cianidina 3-glucósido; l= longitud de celda.

Posteriormente se procedió al análisis de los datos para obtener la superficie de respuesta, identificando el punto de máximo rendimiento a través de la metodología del punto estacionario,

Metodología de superficie de respuesta

La metodología de superficie de respuesta fue aplicada a la variable respuesta usando el software estadístico comercial Desing Expert Versión 5.0 (Stat-Ease, Minneapolis, EUA). Fueron ajustados polinomios de segundo orden a los datos para obtener ecuaciones de regresión para las variables de respuesta analizadas. El gráfico de las superficies de respuesta, el análisis de varianza y los coeficientes de determinación (R²) fueron generados con el mismo software. Luego, se realizó el análisis canónico de los datos para ajustar el punto de óptimo del proceso.

Elaboración de la bebida y comparación del contenido de antocianinas con el de una bebida comercial.

En la segunda etapa del proceso se elaboró la bebida maíz morado, para ello el extracto de maíz morado obtenido con el empleo de los

parámetros óptimos determinados en el punto anterior, fue diluido con agua tratada a una temperatura de 78°C en una relación volumétrica de 2 de agua tratada y 1 de extracto. Posteriormente se estandarizó la bebida hasta llevarla a un pH de 3, un contenido de acidez del 0,2% de ácido cítrico y 13°Brix. La mezcla se pasteurizó a 72°C por 10 minutos y luego se envaso en botellas de vidrio, de 250 mL de capacidad, de color ámbar y tapa rosca. Finalmente se determinaron por triplicado el contenido de antocianinas, en la bebida elaborada bajo las condiciones antes mencionadas, y en una bebida de maíz morado comercial. Los valores promedios fueron comparados empleando la prueba t Student ($p = 0,05$).

Prueba de Grado de Satisfacción

Se realizó con 50 estudiantes del octavo ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Nacional del Callao, que habían cursado de manera satisfactoria la asignatura de Análisis Sensorial de Alimentos, siguiendo la metodología descrita por Anzaldúa-Morales (1994).

RESULTADOS

Cuantificación de antocianinas y aplicación de la metodología de superficie de respuesta

El rendimiento de antocianinas en los extractos obtenidos con los diferentes tratamientos ensayados se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2

Matriz del diseño de experimentos

VARIABLES NATURALES		CONTENIDO DE ANTOCIANINAS (mg/g)
Factor A: Temperatura	Factor B: Tiempo	
60	30	25,856
120	30	31,056
60	120	28,918
120	120	32,802
90	75	32,761
90	75	33,012
90	75	33,405
90	75	33,212
90	75	34,219
132,43	75	29,642
47,57	75	25,971
90	138,64	33,489
90	11,36	29,969

El análisis de los rendimientos de antocianinas obtenidos con el software Desing Expert Versión 5.0, permitió calcular los valores de los coeficientes de regresión que se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3

Valores de los coeficientes de regresión obtenidos en el proceso de extracción de antocianinas.

Coefficientes	Contenido de antocianinas (mg/g)
Constante β_0	-3,07
Lineal	
β_1 (Temperatura)	0,64
β_2 (Tiempo)	0,11
Interacción	
β_3 (Tiempo*Temperatura)	0,00024
Cuadrático	
β_4 (Tiempo*Tiempo)	-0,003
β_5 (Temperatura*Temperatura)	-0,82
R^2	0,96

La ecuación obtenida para predecir el contenido de antocianinas fue:

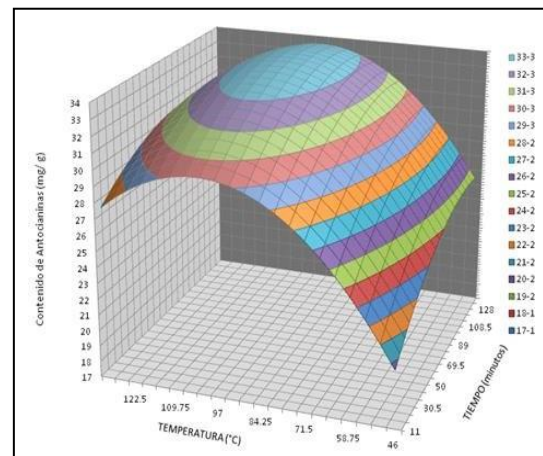
$$Y = -3,07 + 0,64X_1 + 0,11X_2 - 0,00024X_1X_2 - 0,003X_2^2 - 0,82X_1^2$$

Donde: Y= rendimiento de antocianinas en mg de cianidina 3-glucósido/g de coronta; X1= temperatura en °C; X2= tiempo en minutos.

Con esta ecuación se procedió a la caracterización de la superficie de respuesta que se muestra en la Figura 1, para esto se utilizaron los datos ajustados del experimento.

Figura 1

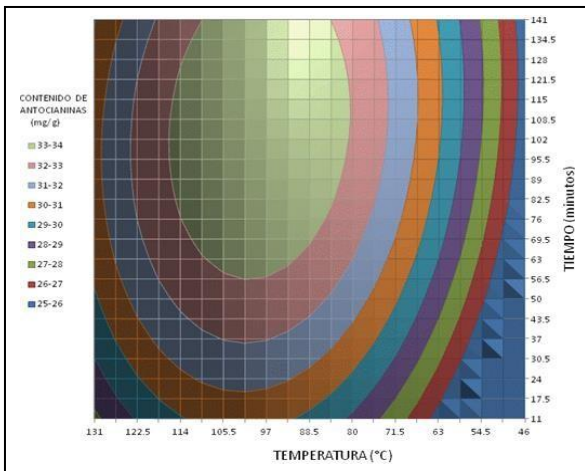
Superficie de respuesta del experimento



También se realizó la gráfica auxiliar o gráfica de contornos para facilitar la interpretación de la superficie de respuesta y de la región de máximo rendimiento del proceso, la cual se aprecia de color verde en la Figura 2.

Figura 2

Superficie de respuesta del experimento



Con el empleo de la metodología del punto estacionario se obtuvo que el mayor rendimiento de antocianinas (33,99 mg/g) se obtiene a una temperatura de 98,39°C y 105,89 minutos de extracción manteniendo preestablecidos los valores de pH y la proporción coronta/solvente. Sin embargo, un tiempo de aproximadamente 106 minutos es excesivo y representa un consumo de energía elevado. Del análisis de la Figura 2, se dedujo que el proceso de extracción presenta una mayor dependencia de la temperatura que del tiempo de extracción, por lo que se decidió disminuir el tiempo al mínimo posible sin abandonar la zona de máximo rendimiento y utilizando parámetros de las variables tiempo y temperatura que presenten facilidad operacional en un proceso a nivel industrial. Por tal razón, se realizó el análisis canónico de los resultados obteniéndose un rendimiento de extracción de 33,08 mg/g para una temperatura de 96,29°C y un tiempo de 59,50 min. Estos nuevos parámetros de extracción son muy ventajosos frente a los de mayor rendimiento, sin embargo, en un proceso industrial son difíciles de mantener constantes e

incluso de alcanzarlos con exactitud, por lo que se decidió explorar la vecindad de los nuevos parámetros obtenidos, a fin de establecer como puntos óptimos del proceso, aquellos que también sean de fácil operacionalización.

Tabla 4

Exploración del punto óptimo del proceso de extracción

VARIABLES NATURALES		RENDIMIENTO
Temperatura (X ₁)	Tiempo (X ₂)	(mg/g)
95	55	32,860
100	55	32,950
95	60	33,061
100	60	33,144

Basándose en los resultados de la Tabla 4 se decidió operar el proceso de extracción a una temperatura de 100°C durante un tiempo de 60 minutos alcanzándose un rendimiento de antocianinas de 33,144 mg/g. Comparando estos parámetros con los de mayor rendimiento obtenidos inicialmente, se puede observar que con un incremento de temperatura de 2°C se redujo el tiempo de extracción en un 45% con sólo una disminución del 2.49% en el rendimiento de antocianinas

Comparación del contenido de antocianinas de la bebida elaborada con una bebida comercial

En la Tabla 6, se muestran los valores promedio y desviación estándar de los contenidos de antocianina en las muestras evaluadas. El test de diferencia mostró que la bebida elaborada presentó un contenido promedio antocianinas

significativamente mayor ($p = 0,05$) que el de la bebida comercial, encontrándose esta diferencia en un rango comprendido entre 2,79 y 4,72 mg/mL.

Tabla 6

Resumen de la prueba de comparación de medias

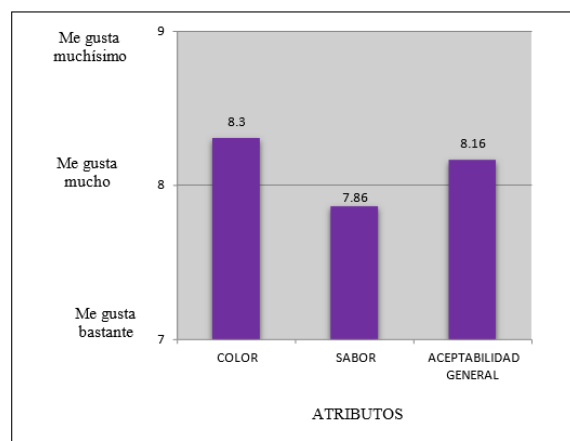
Nomenclatura	Variable	Valor
Contenido promedio de antocianinas de la bebida elaborada con los parámetros óptimos (mg/mL)	Y1	33,138
Contenido promedio de antocianinas de la bebida comercial (mg/mL)	Y2	29,380
Estimación de la varianza muestral	S_p^2	1.4250
Tamaño de muestra de la bebida elaborada	n1	13
Tamaño de muestra de la bebida comercial	n2	13
Nivel de significancia	α	0.05
Variable estadística calculada	Tc	8,0246
Variable estadística tabulada	Tt	2.064

Prueba de Grado de Satisfacción

Según la escala hedónica de aceptabilidad, el atributo color y sabor obtuvieron calificaciones promedio de 8,28 y 7,64 (Figura 3), lo que equivale a decir que el color “gustó mucho” y el sabor “gustó bastante”, respectivamente. El promedio de la aceptabilidad general fue de 8,18, es decir “gustó mucho”, lo que indicó que el atributo sabor no afecta significativamente ($p=0,05$) en la aceptabilidad general de la bebida elaborada con los parámetros óptimos.

Figura 3

Grado de Satisfacción de la bebida



DISCUSION

Gorriti et al (2009), realizaron la extracción de antocianinas de las corontas de maíz morado a diferentes pH, solventes, temperaturas y tiempos, observándose que para un proceso a pH 2, y empleando agua como solvente, se obtuvo un máximo rendimiento (33,509 mg/g) a una temperatura de 90°C y un tiempo de 240 minutos, rendimiento muy similar al obtenido en el presente trabajo (33,14 mg/g), empleando el mismo pH y solvente, pero a una temperatura de 100°C y un tiempo de 60 minutos. Es decir, incrementando la temperatura de extracción en 10°C se logra reducir 3 horas de proceso, lo que permite incrementar los volúmenes de producción de una bebida de maíz morado y una reducción importante en el costo de producción del producto.

Por otro lado, se ha demostrado que el proceso de extracción de antocianinas depende principalmente de la temperatura que, del tiempo de extracción, pues en trabajos recientes Almeida (2012) reporto un contenido de antocianinas de

22,68 mg/g en un extracto obtenido de la misma materia prima (corontas), empleando agua como solvente, pero a una temperatura de 50°C con tiempos de contacto de 120 minutos.

Un factor importante a considerar es el tipo de tratamiento estadístico que se emplee en el estudio del proceso de extracción, pues tanto Gorriti et al (2009) como Almeida (2012) solamente realizaron el análisis de varianza de los diferentes factores considerados, lo que les permitió seleccionar la mejor combinación de los diferentes niveles de los factores ensayados; mientras que en el presente estudio se realizó el análisis de superficie de respuesta, el mismo que permite caracterizar todo el proceso dentro del rango bajo estudio y optimizarlo.

CONCLUSIONES

El análisis de superficie de respuesta permitió determinar que el mayor rendimiento de antocianinas (33,99 mg/g) se obtiene a una temperatura de 98,39°C y 105,89 minutos de extracción manteniendo preestablecidos los valores de pH y la proporción coronta/solvente. Además, evidenció que el proceso de extracción presenta una mayor dependencia de la temperatura que del tiempo de extracción.

El análisis canónico de los resultados de retención de antocianinas en la vecindad de la temperatura máxima retención posibilitó la selección de una temperatura de extracción de 100°C durante un tiempo de 60 minutos con la cual se obtuvo un rendimiento de antocianinas de 33,144 mg/g (2.49% por debajo del rendimiento

óptimo), pero con una reducción del tiempo de extracción en un 45%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, J. (2012). Extracción y caracterización del colorante natural del maíz negro (*Zea mays L.*) y determinación de su actividad. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria de la Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.
- Anzaldúa-Morales, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. Editorial Acribia, España.
- Elías, J. y Gamero, D. (1988). Obtención de colorante a partir del maíz morado. Tesis para optar el título de Ingeniero Químico de la Facultad de Ingeniería Química y Manufacturera de la Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
- GIUSTI MM, WROSLTAD RE., (2001). Characterization and measurements of anthocyanins by UV-VIS spectroscopy. En *Current protocols in Food Analytical Chemistry* pp: 13.
- Gorriti, A; Quispe, F; Arroyo, J; Córdova, A; Jurado, B; Santiago, I y Taype, E (2009). Extracción de antocianinas de las corontas de *Zea mays L.* "Maíz Morado", *Revista de Ciencia e Investigación de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UNMSM*; 12(2):64-74.



Mendoza, C. (2012). Las antocianinas del maíz: su distribución en la planta y producción. Tesis para optar el grado de maestro en Recursos Genéticos y Productividad Genética en el Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, México.

Salinas, Y; Rubio, D y Díaz, A. (2005). Extracción y uso de pigmentos del grano de maíz (*Zea mays* L.) como colorantes en yogur". Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 55(3), 293-298.

CORRESPONDENCIA:

Genaro Christian Pesantes Arriola
gcpesantesa@unac.edu.pe

